THE NATIONAL BESTSELLER

"Một tác phẩm khoa học kinh điển hiện đại."

– THE NEW YORK TIMES BOOK REVIEW

LƯỢC SỬ VẠN VẬT

A Short History of Nearly Everything

BILL BRYSON

Khương Duy, Hán Ngọc *dịch*

OMEGA+ NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC XÃ HỘI

Duong Kobo's Book Club

Tủ sách Kỹ thuật số
dành cho
Kindle & Kobo

SCAN TO JOIN

Lời giới thiệu

(Cho ấn bản năm 2017)

Sách khoa học khó đọc, khó hiểu với hầu hết chúng ta, không chỉ ở Việt Nam mà cả ở Mỹ và thế giới. Nhưng không hoàn toàn đúng vậy, ít ra gần 20 năm trước, đã có một cuốn sách về khoa học rất nổi tiếng và bán rất chạy, đó là cuốn *Lược sử thời gian* của Stephen Hawking, xuất bản năm 1998. Có một cuốn sách khác cũng đã trở thành sách khoa học bán chạy nhất năm 2005 ở Anh với hơn 300.000 bản in, đó là cuốn *Lược sử vạn vật* của tác giả người Mỹ, Bill Bryson.

Lược sử vạn vật là một cuốn sách phổ biến khoa học, nó giải thích một số lĩnh vực khoa học, sử dụng ngôn ngữ dễ hiểu với công chúng hơn nhiều cuốn sách khoa học khác.

Thay vì trình bày kiến thức về các môn khoa học đại cương như hóa học, cổ sinh vật học, thiên văn học và vật lý hạt, Bryson đã mô tả về tất cả nhưng điều đó chỉ trong một tác phẩm, trong đó, ông khám phá khoảng thời gian từ vụ nổ lớn Big Bang đến khi phát hiện ra cơ học lượng tử, thông qua quá trình tiến hóa và địa chất. Bryson cho rằng khoa học là một chủ đề khó hiểu tại trường học. Sách giáo khoa và giáo viên không khơi dậy niềm đam mê của học sinh có lẽ bởi họ chưa bao giờ đào sâu và tự đặt các câu hỏi cho mình: tại sao, bí quyết là gì, và khi nào? Không hài lòng với thực trạng này, ông đã dành ba năm miệt mài với các cuốn sách khoa học, trò chuyện cùng các nhà khoa học hàng đầu, để "biết đôi chút về những vấn đề khoa học", "hiểu được cách con người khám phá ra những điều đó". Sau đó ông viết cuốn sách này, trình bày những kiến thức cần thiết về khoa học dưới dạng những câu chuyện kể lý thú, hấp dẫn, dễ hiểu và dễ nhớ. Cuốn sách này đã giúp mọi người "có thể hiểu và cảm kích – kinh ngạc, thậm chí thích thú – trước sự kỳ diệu và những thành tựu khoa học", mà không cảm thấy chúng quá chuyên sâu và phức tạp.

Vạn vật xung quanh ta có rất nhiều điều đáng ngạc nhiên đến thú vị, từ con bọ chét đến những mảnh thiên thạch; chúng đã được Bryson mô tả với cảm hứng khám phá liên tục và đầy hào hứng. Ông đã giải thích cho chúng ta hiểu sâu hơn về những điều đã biết, và vén tấm màn bí mật cho chúng ta thấy những gì còn chưa biết. Bằng lời lẽ bình dị, Bryson mô tả một cách sinh động về kích thước của vũ trụ và kích thước của các nguyên tử cũng như các hạt hạ nguyên tử. Sau đó, ông khám phá lịch sử địa chất, sinh học và truy nguyên nguồn gốc sự sống từ khi nó vừa xuất hiện cho đến con người hiện đại ngày nay, đặt trọng tâm vào sự phát triển của con người có trí tuệ hiện đại, *Homo sapiens*. Thêm vào đó, ông bàn luận về khả năng Trái Đất bị một thiên thạch đâm vào và khả năng con người có thể phát hiện ra thiên thạch đó trước khi nó tác động đến Trái Đất, và mức độ thiệt hại trên phạm vi rộng lớn mà một hiện tượng như vậy có thể gây ra. Ông cũng mô tả một số vụ núi lửa phun gần nhất trong lịch sử của hành tinh chúng ta có sức tàn phá nghiêm trọng, bao gồm cả Krakatoa (Indonesia) và Công viên quốc gia Yellowstone (Mỹ). Cuốn sách dành một phần lớn nội dung cho những câu chuyện hài hước về các nhà khoa học đằng sau các nghiên cứu và khám phá, và hành vi đôi khi lập dị của họ. Bryson cũng nói đến quan điểm của khoa học hiện đại về tác động của con người đối với khí hậu và sự sinh tồn của các loài khác trên Trái Đất.

Đây là cuốn sách đã đem lại cho tác giả hai giải thưởng danh giá là giải *Aventis* (2004) cho cuốn sách khoa học đại cương hay nhất và giải *Descartes* (2005) về truyền thông khoa học.

Giáo sư Ian Johnston thuộc Đại học Vancouver Island, Canada đã đánh giá rằng, Bill Bryson "gần như được sùng bái, đến mức có thể bán bất cứ thứ gì bằng quyền năng của tên tuổi mình". Với tất cả những độc giả yêu thích tri thức và khoa học, đặc biệt là độc giả ở lứa tuổi học sinh từ phổ thông trung học trở lên, đây chắc chắn là một cuốn sách đặc biệt nên đọc.

Lần đầu tiên được xuất bản ở Việt Nam, lại là một cuốn sách về khoa học, chúng tôi rất nỗ lực đưa đến cho độc giả bản dịch tốt nhất cho cuốn sách này, nhưng sẽ không tránh khỏi các sai sót. Rất mong có được sự đóng góp ý kiến của bạn đọc nhằm hoàn thiện bản dịch trong những lần tái bản sau.

Trân trọng giới thiệu với độc giả cuốn sách giá trị này!

Lời mở đầu

Nhiệt liệt chào mừng các bạn. Tôi rất vui vì sự có mặt của các bạn tại đấy. Để làm được điều đó, tôi biết không dễ dàng gì. Thực vậy, điều đó khó hơn bạn tưởng rất nhiều.

Đầu tiên, hàng tỷ nguyên tử phải sắp xếp theo một cách vô cùng phức tạp và nhiệt tình đến kỳ lạ để có thể tạo ra bạn. Cách thức đó đặc biệt và duy nhất đến mức trước đây chưa từng có và chỉ tồn tại đúng một lần. Trong nhiều năm nữa, hy vọng các hạt cực nhỏ này sẽ cùng nhau khéo léo tiến hành hàng tỉ nỗ lực vốn cần thiết để giữ cho bạn được vẹn nguyên và trải nghiệm trạng thái được thừa nhận ở mức cao nhất song cũng thường không được đánh giá đúng, đó là sự tồn tại.

Vấn đề tại sao các nguyên tử phải đảm nhận trọng trách này khá là rắc rối. Việc cấu thành bạn lại không phải là điều mà các nguyên tử muốn biết. Dù hết sức tận tụy nhưng các nguyên tử lại hoàn toàn không quan tâm đến bạn – và chúng thật sự không hề biết đến sự tồn tại của bạn. Thậm chí, chúng còn không biết đến sự tồn tại của chính mình. Suy cho cùng, nguyên tử chỉ là những hạt không có tư duy, thậm chí không thật sự sống. Khá thú vị là nếu bạn dùng một cái nhíp tự nhổ bạn ra, từng nguyên tử một, bạn sẽ có một đống bụi nguyên tử nhỏ li ti, không một nguyên tử nào trong số đó từng sống nhưng tất cả chúng gộp lại đã từng là bạn. Tuy vậy, trong suốt thời gian bạn tồn tại, các nguyên tử sẽ phải thi hành một mệnh lệnh nghiêm ngặt: giữ cho bạn luôn là bạn.

Tin xấu là các nguyên tử không giữ nguyên mãi thế, mà thời gian tận tụy gắn kết của chúng là rất ngắn ngủi - thật sự ngắn ngủi. Một đời người dài nhất cũng chỉ đến 650.000 giờ là cùng. Khi đến gần hoặc chạm mốc đó, vì nhiều nguyên nhân không rõ, các nguyên tử tạo thành bạn sẽ tắt lịm và lặng lẽ phân rã để trở thành những thứ khác. Đó chính là sự thật về bạn.

Tuy vậy, bạn hãy vui mừng vì mọi điều đã diễn ra. Nói một cách khái quát, điều đó không diễn ra ở bất cứ đâu trong vũ trụ, theo những gì chúng ta biết được cho tới giờ. Điều này thật kì lạ, vì các nguyên tử tự do kết hợp và tương thích với nhau để tạo nên các thực thể sống trên Trái Đất lại cũng chính là các nguyên tử đã từ chối thực hiện điều đó ở bất cứ nơi nào khác. Dù thế nào đi nữa, từ góc độ hóa học, sự sống quá đỗi đơn giản đến ngạc nhiên: cácbon, hiđro, ôxy, nitơ, một chút canxi, một chút lưu huỳnh và một chút các nguyên tố khác, mà bạn có thể tìm thấy trong bất cứ hiệu thuốc nào, là tất cả những gì bạn cần. Điều đặc biệt duy nhất về các nguyên tử đã tạo thành bạn là chúng đã tạo thành bạn. Đây hẳn là điều kỳ diệu của sự sống.

Liệu ở những nơi khác trên vũ trụ, các nguyên tử có tạo ra sự sống hay không? Có, và rất nhiều; chúng tạo ra tất thảy mọi thứ khác. Không có chúng, sẽ không có nước, không khí, đá, không có các vì sao và hành tinh, không có cả các đám mây hay bất cứ thứ gì cấu thành thế giới vật chất. Không có luật lệ nào buộc vũ trụ tự chứa đầy những hạt vật chất cực nhỏ hoặc tạo ra ánh sáng, trọng lực cũng như mọi thứ khác để sự sống của chúng ta dựa vào. Thực tế cũng không buộc phải có vũ trụ. Đã có một khoảng thời gian rất dài vũ trụ không tồn tại. Không có nguyên tử, cũng chẳng có vũ trụ để chúng trôi nổi trong đó. Không có gì – bất cứ gì – ở bất cứ đâu.

Vì thế, ơn trời chúng ta có các nguyên tử. Song, việc nguyên tử tồn tại và kết hợp theo một cách nào đó chỉ là một phần nguyên nhân bạn đang có mặt tại đây. Có mặt tại đây, sống trong thế kỷ XXI này và đủ thông minh để nhận thức được điều đó, nghĩa là bạn đang thụ hưởng một chuỗi kì lạ những may mắn về mặt sinh học. Sống sót được trên Trái Đất là một việc khó khăn khôn lường. Trong số hàng tỷ loại thực thể sống từng tồn tại tính từ buổi bình minh của sự sống, người ta cho rằng gần như 99,99% đã biến mất. Sự sống trên Trái Đất, như bạn thấy, không chỉ ngắn ngủi mà còn vô cùng mong manh. Điều đáng tò mò về sự tồn tại là việc chúng ta sinh ra trên một hành tinh rất thuận lợi để thúc đẩy sự sống, nhưng để tiêu diệt sự sống ấy còn dễ dàng hơn nữa.

Trung bình các loài chỉ tồn tại trên Trái Đất trong khoảng bốn triệu năm, vì thế, nếu muốn tồn tại suốt hàng tỷ năm, bạn phải luôn thay đổi giống như các nguyên tử đã tạo thành bạn. Bạn phải sẵn sàng thay đổi mọi thứ – hình dạng, kích cỡ, màu sắc, sự hợp nhất giống loài cũng như nhiều thứ khác nữa – và thực hiện sự thay đổi đó liên tục. Nói thì dễ hơn làm, vì quá trình thay đổi này mang tính ngẫu nhiên. Từ các "hạt nguyên tử nguyên sinh đầu

tiên" (theo như cách gọi của Gilbert và Sullivan) cho đến loài người hiện đại đầy đủ tri giác đòi hỏi một quá trình biến đổi các đặc tính hết sức đúng lúc trong một khoảng thời gian vô cùng lâu dài. Vì thế có những giai đoạn trong suốt 3,8 tỷ năm qua bạn đã từng căm ghét khí ôxy trước khi yêu quý nó, có vây, các chi và vui vẻ lướt trên mặt biển, đẻ trứng, đớp không khí với chiếc lưỡi chẻ, có lông, sống dưới đất, trên cây, to như hươu, nhỏ như chuột và hàng triệu hình thái khác. Chỉ cần chệch một li khỏi những mắt xích tiến hóa này, giờ đây có thể bạn đang liếm tảo trong các hang, lang thang như những con hải mã trên các bãi đá ven biển, hay phun không khí từ một lỗ thở trên đỉnh đầu trước khi lặn sâu 60ft[1] để đớp một miệng đầy sâu biển.

---

1. 1foot (1ft.) hay 1 bộ Anh = 30,48cm.

Bạn không chỉ may mắn vì từ thượng cổ đã được gắn vào một chuỗi tiến hóa vô cùng thuận lợi, mà còn cực kỳ – hay nói đúng hơn là phi thường – may mắn trong dòng dõi của mình. Hãy nghĩ tới việc trong suốt 3,8 tỷ năm, khoảng thời gian dài hơn cả tuổi các ngọn núi, con sông và đại dương trên Trái Đất, mỗi người trong số tổ tiên hai bên nội ngoại của bạn đều đủ hấp dẫn để tìm được bạn đời, đủ khỏe mạnh để duy trì nòi giống và đủ may mắn nhờ số phận và hoàn cảnh để sống đủ lâu và thực hiện việc đó. Không ai trong số các tổ tiên của bạn bị bức tử, phanh thây, chết chìm, bỏ đói, bị thương không đúng lúc hoặc đi sai hướng trong cuộc tìm kiếm người bạn đời để trao vật chất mang *gen* nhỏ bé đúng lúc nhằm kéo dài một chuỗi duy nhất các kết hợp di truyền. Cuối cùng, đáng kinh ngạc và cũng thật giản dị, tất cả những điều đó đã tạo ra bạn.

Cuốn sách này viết về việc điều đó đã diễn ra như thế nào – nhất là việc chúng ta đã đi từ chỗ không là gì đến chỗ là một thứ gì đó ra sao, bằng cách nào từng chút rất nhỏ trong những thứ gì đó đã tạo nên chúng ta, cùng với một số sự việc đã diễn ra trong và sau đó. Đây là cả một câu chuyện dài, vì vậy cuốn sách này được đặt tên là *Lược sử vạn vật*, dù nó không thật sự hay không phải là thế. Nó không thể là thế. Nhưng nếu may mắn, khi cuốn sách khép lại, nó sẽ cho chúng ta cảm giác như là thế thật.

Mọi suy nghĩ của tôi về vấn đề này bắt đầu từ khi tôi đọc một cuốn sách khoa học phổ thông hồi tiểu học. Đó là một cuốn sách giáo khoa điển hình của thập niên 1950 – nhàu nhĩ, không được ưa thích và "nặng như đá"; nhưng ngoài bìa có một hình minh họa

khiến tôi mê mẩn: mặt cắt thể hiện cấu trúc nội tại của Trái Đất. Nhìn vào đó, bạn sẽ có cảm giác người ta dùng một con dao sắc để cắt và rút ra một miếng tượng trưng cho một góc phần tư của Trái Đất.

Niềm đam mê đầu tiên của tôi gắn với hình ảnh các đoàn vận động viên mô-tô chạy về hướng đông các bang đồng bằng nước Mỹ, băng qua rìa một vách đá sừng sững kéo dài khoảng 4000 dặm từ Trung Mỹ tới Bắc Cực. Nhưng rồi niềm đam mê đó hướng đến học thuật hơn từ khi tôi quan tâm tới khía cạnh khoa học của hình vẽ và nhận thấy Trái Đất được cấu thành bởi nhiều lớp tách biệt, mà tâm là một khối cầu nóng rực bằng sắt và kền có nhiệt độ tương đương với bề mặt của Mặt Trời, theo như chú thích của hình vẽ. Tôi còn nhớ mình đã thật sự băn khoăn: *Làm sao họ biết được điều đó?*

Ngay lúc đó, tôi không nghi ngờ gì về tính chính xác của thông tin – tôi vẫn quen tin tưởng phát ngôn của các nhà khoa học như tin lời các bác sĩ, thợ sửa ống nước hay bất cứ ai nắm giữ các thông tin bí mật và độc quyền. Song, tôi mãi mãi không thể hiểu vì sao bộ óc của ai đó lại biết được một thứ cách chúng ta hàng nghìn dặm[1], nơi mắt thường và kể cả tia X cũng không thể xuyên qua, có hình thù và cấu tạo ra sao. Với tôi, đó đơn thuần là một sự kỳ diệu. Lòng đầy hứng khởi, tôi đã mang cuốn sách về nhà và mở nó ra trước bữa tối – hẳn mẹ tôi đã phải sững sờ – và bắt đầu đọc từ trang đầu tiên.

---

1. 1 dặm = 1,609344km

Vấn đề là đây. Cuốn sách không thú vị chút nào. Nói thật, tôi không hiểu gì hết. Hơn nữa, nó không hề đưa ra bất cứ câu trả lời nào cho những câu hỏi mà hình minh họa khơi dậy trong một trí óc bình thường: tại sao cuối cùng chúng ta lại có một Mặt Trời ở tâm Trái Đất, làm sao họ biết nó nóng đến mức nào? Nếu như nó đang hừng hực cháy ở nơi sâu thẳm đó, tại sao mặt đất dưới chân chúng ta lại không nóng theo? Tại sao phần bên trong không nóng chảy – hay nó đang nóng chảy thật? Khi tâm Trái Đất lụi tắt, liệu một phần vỏ Trái Đất có lấp vào chỗ hụt đó, để lại một lỗ thủng lớn trên bề mặt không? Và làm sao bạn *biết* được điều này? Làm sao bạn mường tượng ra được?

Tuy nhiên, tác giả cuốn sách lại im lặng một cách lạ lùng về các chi tiết này – thật ra là im lặng về tất cả mọi thứ trừ những nếp lồi, lõm, các đoạn đứt gãy trên bề mặt trái đất và những thứ tương

tự. Có vẻ tác giả muốn giữ phần thú vị của câu chuyện mãi là một bí mật không được khơi ra. Nhiều năm trôi qua, tôi bắt đầu nghi ngờ rằng đó không phải do ý thích cá nhân. Chắc đó là âm mưu chung của những người viết sách giáo khoa nhằm kỳ bí hóa mọi thứ để đảm bảo rằng tài liệu mà họ làm ra không quá tẻ nhạt nhưng cũng luôn cách xa sự thú vị.

Giờ đây, tôi biết rằng có nhiều người viết sách khoa học có thể tuôn ra những lời vừa sắc bén vừa vô cùng hấp dẫn, chẳng hạn ba tác giả tiêu biểu: Timothy Ferris, Richard Fortey, Tim Flannery (chưa kể đến Richard Feynman quá cố, một nhân vật tài năng trác tuyệt). Tiếc là không ai trong số họ viết bất cứ cuốn sách giáo khoa nào mà tôi từng học.

Mọi cuốn sách mà tôi có đều được viết bởi những người (luôn là nam giới) có một ý nghĩ thú vị rằng mọi thứ sẽ trở nên rõ ràng khi được biểu thị dưới dạng công thức, với một niềm tin sai lầm đến tức cười rằng trẻ con nước Mỹ sẽ đánh giá cao những chương sách được kết lại bằng các câu hỏi để chúng có thể nghiền ngẫm khi rảnh rỗi. Vì thế, tôi lớn lên và tin rằng khoa học vô cùng buồn tẻ, nhưng lại hoài nghi rằng liệu nó có nhất định phải như thế hay không, và suy nghĩ rất nhiều về việc liệu tôi có thể làm được gì. Trong suốt một thời gian dài, đó là thái độ sống của tôi.

Mãi đến khoảng bốn hoặc năm năm trước, tôi có một chuyến bay dài xuyên Thái Bình Dương. Trong khi thư thả nhìn qua cửa sổ xuống mặt biển ngập ánh trăng, bất giác tôi nảy ra một suy nghĩ không mấy dễ chịu rằng tôi không biết gì về hành tinh nơi tôi đã và đang sống. Chẳng hạn, tôi không biết vì sao nước biển lại mặn còn nước ở các hồ lớn thì không. Tôi không có một chút ý niệm nào cả, dù là mơ hồ. Tôi không biết các đại dương ngày càng mặn hay nhạt hơn và liệu độ mặn của nước biển có phải là điều cần để tâm tới hay không. (Tôi rất vui được kể cho bạn rằng đến tận cuối thập niên 1970, các nhà khoa học cũng vẫn không trả lời được những câu hỏi này. Chỉ có điều họ không nói ra mà thôi.)

Độ mặn của nước biển dĩ nhiên chỉ mới phản ánh một phần của sự tối tăm trong tôi. Tôi không biết proton hay prôtêin là gì, không biết hạt quark thì khác gì với chuẩn tinh (quasar), không biết vì sao các nhà địa chất có thể nhìn vào lát cắt của một viên đá nơi vách núi và cho ta biết tuổi của nó. Tôi thật sự không biết gì cả. Tôi canh cánh một niềm thôi thúc khác thường mà mãnh liệt: phải biết một chút về những vấn đề này, đặc biệt là phải biết con người đã hiểu được chúng bằng cách nào. Với tôi, đó luôn là điều đáng kinh ngạc nhất: vì sao các nhà khoa học lý giải được vạn vật?

Tại sao có người *biết* được Trái Đất nặng bao nhiêu, những viên đá bao nhiêu tuổi và có gì trong sâu thẳm ở tâm Trái Đất. Làm sao họ biết vũ trụ bắt đầu hình thành khi nào và hình hài của nó khi đó ra sao? Làm sao họ biết có gì trong một nguyên tử? Và trên hết, tại sao các nhà khoa học gần như biết mọi thứ nhưng vẫn không thể dự báo đúng một trận động đất hay nói cho chúng ta biết nên mang ô khi đi xem trận đua ngựa vào thứ Tư tuần tới?

Vì thế, tôi quyết định sẽ dành một phần đời mình – giờ đây tôi biết đó là ba năm – để đọc sách và tạp chí, tìm các chuyên gia kiên nhẫn và tốt bụng, những người sẵn sàng trả lời các câu hỏi ngớ ngẩn của tôi. Tôi muốn thử xem việc hiểu, ưa thích, lấy làm ngạc nhiên và thậm chí là say mê những kỳ quan cùng các thành tựu của khoa học ở một mức độ không quá chuyên ngành và cao siêu nhưng cũng không hề hời hợt liệu có phải là bất khả thi hay không.

Đó là ý tưởng và niềm hy vọng của tôi, cũng là những gì cuốn sách mà bạn đang cầm trên tay mong muốn làm được. Dù sao chúng ta còn rất nhiều trang phải đọc, và có ít hơn 650.000 giờ để làm việc đó, vì thế hãy bắt đầu ngay.

PHẦN I
LẠC VÀO VŨ TRỤ

Chúng nằm trên cùng một mặt phẳng. Chúng quay theo một hướng giống nhau… Thật hoàn hảo, bạn thấy đấy. Đẹp tuyệt vời. Thật phi thường…

Nhà Thiên văn học Geoffrey Marcy mô tả hệ Mặt Trời

01
Vũ trụ hình thành như thế nào?

Dù cố gắng đến đâu đi nữa, bạn cũng không bao giờ hình dung nổi một hạt proton nhỏ và chiếm ít không gian đến mức nào. Chỉ có thể nói rằng nó vô cùng nhỏ.

Mỗi proton là phần vô cùng nhỏ của một nguyên tử, mà bản thân nguyên tử đã nhỏ đến mức gần như không có thật. Các proton nhỏ đến mức dù chỉ một chấm mực nhỏ trên đầu chữ "i" cũng có thể chứa tới 500.000.000.000 proton, nghĩa là nhiều hơn số giây của nửa triệu năm. Vì thế, proton có kích thước cực nhỏ, ít nhất là vậy. Bây giờ, hãy tưởng tượng nếu bạn có thể (tất nhiên là bạn không thể) thu nhỏ một proton một tỷ lần, để nó chiếm một không gian nhỏ đến mức khi đó một proton bình thường trông sẽ khổng lồ. Bây giờ hãy đưa một ounce[1] vật chất vào khoảng không

gian vô cùng nhỏ đó. Tuyệt vời. Bạn đã tạo ra một vũ trụ. Có phải bạn đang muốn xây dựng một vũ trụ theo Lý thuyết lạm phát Vũ trụ[2] không. Còn nếu, bạn đang muốn xây dựng một vũ trụ kiểu cũ, một vũ trụ theo mô hình Big Bang tiêu chuẩn, bạn sẽ cần thêm các nguyên liệu khác. Thực tế, bạn cần tập hợp mọi thứ đang tồn tại – cho đến các vi trần cuối cùng rồi các hạt căn bản nhất – rồi ép chúng vào một điểm nhỏ đến mức gần như không có kích thước. Đó chính là *điểm kỳ dị*[3].

---

[1]· 1ounce (1oz) = 28,3495231gram

[2]· Nguyên văn: inflationary universe, hay còn được gọi là inflation model, hoặc cosmic inflation. Các khái niệm này đều dựa trên Lý thuyết lạm phát Vũ trụ, cho rằng vào thời khắc mở đầu của vũ trụ, vũ trụ đã đột ngột phình ra cực nhanh theo hàm mũ, tăng kích thước gấp 1026 lần chỉ trong chưa đầy 1 giây. (BTV)

[3]· Nguyên văn: singularity, hay còn gọi là điểm kỳ dị không-thời gian. Đây là điểm mà tại đó mật độ vật chất và độ cong của không-thời gian là vô cùng. Có nhiều loại điểm kỳ dị: kỳ dị lỗ đen, kỳ dị Big Bang... (BTV)

Trong trường hợp nào, bạn cũng phải sẵn sàng cho một vụ nổ thật lớn. Một cách tự nhiên, bạn sẽ muốn ngồi xuống một nơi an toàn để quan sát cảnh tượng ngoạn mục này. Không may, chẳng có nơi nào như thế, bởi bên ngoài điểm kỳ dị, không có *nơi* nào khác. Khi vũ trụ bắt đầu nở ra, nó sẽ không tỏa rộng để lấp đầy một khoảng trống lớn hơn. Khoảng không gian duy nhất tồn tại là không gian mà nó tạo ra.

Có cách hình dung rất tự nhiên nhưng sai lầm rằng *điểm kỳ dị* là một chấm nhỏ đang thai nghén và treo lơ lửng trong một khoảng không tối tăm, vô tận. Nhưng không có không gian và sự tăm tối nào cả. Không có bất cứ thứ gì xung quanh điểm kỳ dị. Không có không gian để nó chiếm chỗ, không có nơi nào để nó đặt vào. Chúng ta thậm chí không thể đặt câu hỏi xem nó đã ở đó bao lâu – liệu nó mới hiện hữu, như một ý tưởng xẹt qua, hay đã ở đó từ rất lâu, chờ thời điểm thích hợp. Nhưng không có thời gian nào tồn tại. Không có quá khứ nào mà sau đó nó được hình thành.

Như thế nghĩa là vũ trụ của chúng ta khởi nguyên từ hư vô.

Nhờ một sự thôi thúc ngầm duy nhất, trong một khoảnh khắc huy hoàng rất đỗi chớp nhoáng để có thể mô tả bằng lời, điểm kỳ dị đã có kích thước vượt ngoài mọi khái niệm. Trong giây tồn tại đầu tiên (giây mà nhiều nhà vũ trụ học sẽ cống hiến cả sự nghiệp

để nghiên cứu), vũ trụ đã tạo ra trọng lực và các lực khác chi phối cả khoa học vật lý. Chưa đầy một phút sau, vũ trụ đã mở rộng cả triệu tỷ dặm và tiếp tục mở rộng. Nhiệt độ lúc này rất cao, khoảng 10 tỷ độ, đủ để các phản ứng hạt nhân xảy ra và tạo ra các nguyên tố nhẹ hơn – chủ yếu là hiđro và heli và một lượng nhỏ liti (chiếm khoảng một phần 100 triệu). Trong vòng ba phút, 98% vật chất đã được sinh ra. Chúng ta đã có vũ trụ. Đó là điều kỳ diệu nhất và làm chúng ta vui lòng nhất. Tất cả diễn ra trong khoảng thời gian chúng ta nướng một miếng bánh sandwich.

Khoảnh khắc này xảy ra khi nào là một vấn đề gây tranh cãi. Các nhà vũ trụ học từ lâu đã lập luận về việc liệu khoảnh khắc phút vũ trụ được tạo ra là cách đây 10 tỷ năm, gấp đôi con số này, hay một con số nằm ở giữa. Sự đồng thuận dường như hướng tới con số khoảng 13,7 tỷ năm, song những con số này vô cùng khó xác định như chúng ta sẽ thấy ở phần tiếp theo. Tất cả những gì chúng ta có thể nói là tại một thời điểm nào đó trong quá khứ rất xa, vì những lý do chưa rõ, khoảnh khắc mà khoa học gọi là thời điểm $t = 0$ đã xảy ra. Từ đây, chúng ta khởi hành.

Dĩ nhiên có vô số thứ mà chúng ta không biết, trong số đó có nhiều thứ chúng ta tự biết rằng mình chưa biết, hoặc từ lâu cho rằng mình biết. Thậm chí vụ nổ Big Bang cũng chỉ là một ý niệm khá mới mẻ. Ý niệm này được đưa ra vào khoảng năm 1920 bởi Georges Lemaître, học giả – linh mục người Bỉ. Lần đầu ông đề xuất ý tưởng này, nó đã không thật sự trở thành một khái niệm được dùng trong giới vũ trụ học, mà phải tới giữa thập niên 1960, khi hai nhà thiên văn vô tuyến trẻ vô tình khám phá một điều phi thường.

Đó là Arno Penzias và Robert Wilson. Vào năm 1964, họ đã cố tận dụng một ăng-ten thông tin liên lạc lớn thuộc sở hữu của phòng thí nghiệm Bell ở Holmdel, New Jersey, nhưng lại gặp vấn đề với một tiếng ồn nền kéo dài – tiếng rít đều đều khiến việc thực hiện bất cứ thí nghiệm nào cũng bất khả thi. Tiếng ồn không ngừng và không có nguồn tập trung, đến từ mọi điểm trên bầu trời, suốt ngày đêm, qua các mùa. Trong suốt một năm, họ đã tìm mọi cách để giảm và lọc bỏ tiếng ồn. Họ thử nghiệm mọi hệ thống điện. Họ xây dựng lại các công cụ, kiểm tra mạch, dây nối, lau bụi giắc cắm. Họ leo lên các chảo và dán băng keo lên mọi đường hàn và đinh tán. Họ leo trở lại các chảo với chổi và bàn chải, cẩn thận chà cọ và quét sạch những thứ mà về sau được nhắc tới trong một bài báo như là "chất điện môi trắng", hoặc thường được gọi là phân chim. Mặc dù vậy, mọi nỗ lực đều vô ích.

Họ không biết rằng, chỉ cách đó 50km, tại Đại học Princeton, một nhóm các nhà khoa học do Robert Dicke phụ trách đang nghiên cứu để tìm ra thứ mà họ nỗ lực không ngừng để loại bỏ. Các nhà nghiên cứu ở Đại học Princeton đang theo đuổi ý tưởng do nhà vật lý thiên văn người Nga, George Gamow, đề xuất từ thập niên 1940 rằng nếu bạn dò đủ sâu vào không gian, bạn sẽ tìm thấy một số bức xạ nền còn sót lại từ thời Big Bang. Gamow tính toán rằng khi đã đi hết bề rộng của vũ trụ, bức xạ sẽ tới Trái Đất dưới dạng vi ba. Trong một bài báo về sau, ông thậm chí còn đề xuất công cụ có thể thực hiện việc này: các ăng-ten của phòng thí nghiệm Bell ở Holmdel. Không may, cả Penzias và Wilson lẫn các nhà khoa học trong đội Princeton đều chưa đọc bài báo này.

Tiếng ồn mà Penzias và Wilson nghe thấy tất nhiên chính là tiếng ồn mà Gamow đã nhắc đến. Họ đã tìm thấy rìa của vũ trụ, hoặc ít nhất là phần thấy được của nó, từ nơi cách xa 90 nghìn tỷ tỷ dặm. Họ được "mục sở thị" các photon đầu tiên – thứ ánh sáng cổ xưa nhất trong vũ trụ – dù thời gian và khoảng cách đã biến chúng thành các vi ba, đúng như Gamow tiên đoán. Trong cuốn sách *The Inflationary Universe* [tạm dịch: *Vũ trụ lạm phát*], Alan Guth đã đưa ra một hình ảnh tương tự để nói về phát hiện này. Hãy hình dung việc bạn đang chăm chú nhìn vào chiều sâu của vũ trụ giống như việc nhìn xuống từ tầng 100 của tòa tháp Empire State (trong đó tầng thứ 100 tượng trưng cho hiện tại và mặt đất tượng trưng cho thời điểm xảy ra vụ nổ Big Bang), tại thời điểm Wilson và Penzias phát hiện ra điều này, các dải ngân hà xa nhất mà con người từng biết nằm ở tầng thứ 60 và những thứ xa nhất – các chuẩn tinh – thì ở tầng 20. Phát hiện của hai ông đã giúp chúng ta biết về phần nhìn thấy được của vũ trụ tới khoảng 1cm của tầng sảnh.

Wilson và Penzias vẫn không biết nguyên nhân gây ra tiếng ồn nên đã gọi cho Dicke ở Princeton và mô tả vấn đề mà họ gặp phải với hy vọng nhận được lời khuyên. Ngay lập tức, Dicke hiểu hai chàng trai trẻ vừa phát hiện ra điều gì. "Ôi, các cậu, chúng ta vừa vớ được một món hời," ông nói với các đồng nghiệp của mình và cúp máy.

Rất nhanh sau đó, tạp chí *Astrophysical* đã đăng tải hai bài: một của Penzias và Wilson mô tả lại trải nghiệm của họ với tiếng rít và bài kia là của Dicke lý giải bản chất của vấn đề. Dù Penzias và Wilson không chủ động tìm kiếm các bức xạ nền của vũ trụ, thậm chí họ còn không biết mình đã phát hiện ra cái gì, cũng như chưa từng mô tả hay giải thích về bản chất của nó trong bất cứ công trình nào, nhưng họ lại nhận được giải Nobel Vật lý năm 1978.

Còn các nhà nghiên cứu của Đại học Princeton thì chỉ nhận được sự cảm thông. Theo Dennis Overbye trong cuốn *Lonely Hearts of the Cosmos* [tạm dịch: *Những trái tim cô đơn của vũ trụ*], cả Penzias và Wilson đều không hiểu tầm quan trọng của thứ họ phát hiện cho đến khi đọc về nó trên tờ *New York Times*.

Rất tình cờ, chúng ta đều đã trải nghiệm sự gây nhiễu của các bức xạ nền. Hãy chuyển kênh tivi nhà bạn tới bất cứ kênh nào nó không thu được tín hiệu, khoảng 1% các tĩnh nhiễu [dancing static] bạn nhìn thấy là do phần còn lại của vụ nổ Big Bang tạo ra. Thế nên lần tới, khi bạn phàn nàn vì không có gì để xem, hãy nhớ rằng bạn đang được chứng kiến sự hình thành của vũ trụ.

Dù mọi người đều gọi nó là vụ nổ Big Bang, nhưng nhiều cuốn sách đã thận trọng khuyên chúng ta không nên nghĩ tới nó theo nghĩa một vụ nổ thông thường. Thực ra, nó giống như một sự nở đột ngột trên một quy mô rộng mênh mông. Vậy đâu là nguyên nhân?

Một lý giải cho rằng có lẽ điểm kỳ dị là phần còn lại của một vũ trụ từng tồn tại trước đó, và đã không còn – rằng vũ trụ của chúng ta chỉ là một phần của chuỗi vĩnh viễn các vũ trụ được tạo thành và hủy diệt, như bong bóng trên một chiếc máy bơm khí ôxy. Một số người khác gắn nguyên nhân của vụ nổ Big Bang với thứ mà họ gọi là "chân không ảo" hay "một trường vô hướng" hoặc "năng lượng chân không" – một thứ hay một thuộc tính nào đó, tại bất cứ mức độ nào, đã gây ra sự bất ổn cho cái hư vô khi đó. Dường như bạn không thể có được gì từ hư vô, nhưng sự thực là đã có lúc không có gì tồn tại và nay chúng ta có cả vũ trụ, đó là bằng chứng cho thấy chúng ta có thể. Có lẽ vũ trụ của chúng ta chỉ là một phần của nhiều vũ trụ lớn hơn, các vũ trụ ở những phương chiều khác, và các vụ nổ như Big Bang đang xảy ra mọi lúc mọi nơi. Hoặc có thể là không gian và thời gian có một số dạng thức khác trước vụ nổ Big Bang – những dạng thức quá khổng lồ đến mức chúng ta không tưởng tượng nổi – và rằng vụ nổ Big Bang tượng trưng cho một giai đoạn chuyển tiếp, khi mà vũ trụ chuyển từ một dạng mà chúng ta không thể nhận thức được sang dạng có thể. "Những điều này rất gần với các câu hỏi tôn giáo," tiến sĩ Andrei Linde, nhà vũ trụ học tại Đại học Stanford đã chia sẻ với tờ *New York Times* vào năm 2001.

Thuyết Big Bang không nói về bản thân vụ nổ mà về những gì đã xảy ra sau đó. Xin lưu ý là không lâu sau vụ nổ đó. Bằng cách thực hiện rất nhiều phép toán và quan sát những gì diễn ra trong các máy gia tốc hạt, các nhà khoa học tin rằng họ có thể mô phỏng

khoảng thời gian 10-43 giây sau thời điểm vũ trụ được tạo ra, khi mà vũ trụ vẫn rất nhỏ và cần phải có một chiếc kính hiển vi mới nhìn thấy được. Chúng ta không cần choáng váng vì những con số kì lạ được đưa ra, nhưng có lẽ thỉnh thoảng chúng ta cũng cần dựa vào chúng để không quên kích thước đáng ngạc nhiên và không thể nắm bắt của nó. Do đó, nên nhớ 10^{-43} tương đương 0,00000000000000000000000000000000000000001 của một giây.[1]

---

[1]· Vì các số lớn rất khó để viết và gần như không thể đọc nổi, các nhà khoa học đã chọn cách viết tắt bằng cách sử dụng lũy thừa (hay số mũ) của 10, ví dụ, 10.000.000.000 được viết là 1010 và 6.500.000 là 6,5 x 106. Nguyên tắc khác đơn giản dựa trên lũy thừa của 10: 10 x 10 (hay 100) trở thành 102; 10 x 10 x 10 (hay 1000) là 103; và cứ như vậy, rõ ràng và dễ xác định. Số mũ nhỏ bên trên cho thấy số các số 0 của cơ số. Số mũ âm sẽ cho chúng ta kết quả nghịch đảo, với số mũ chỉ rõ khoảng cách sau dấu thập phân (vì thế 10-4 có nghĩa là 0,0001). Tôi hiểu rằng nhiều độc giả không giỏi toán, tôi cũng vậy, nên tôi sẽ hạn chế sử dụng các ký hiệu này, dù đôi khi việc đó là không tránh khỏi, ít nhất là trong một chương viết về những vấn đề mang tầm vóc vũ trụ.

Hầu hết những gì chúng ta biết, hoặc tin rằng mình biết, về những giây phút đầu tiên của vũ trụ là nhờ vào một ý tưởng được gọi là thuyết giãn nở, được đề ra lần đầu tiên vào năm 1979 bởi một nhà vật lý hạt nhân trẻ khi đó làm việc tại Đại học Stanford, nay làm việc tại Học viện Công nghệ Massachusetts, tên là Alan Guth. Khi đó Alan mới 32 tuổi, và chính ông đã thừa nhận rằng trước đây chưa từng làm được việc gì đáng nói. Ông sẽ không bao giờ nảy ra được thuyết vĩ đại này nếu không tham dự một bài giảng về vụ nổ Big Bang của chính Robert Dicke. Bài giảng đã tạo cảm hứng khiến Guth chọn lĩnh vực vũ trụ học như một đam mê, đặc biệt là về sự ra đời của vũ trụ.

Kết quả, ông đưa ra thuyết giãn nở [inflation theory], theo đó trong một phần tích tắc sau khi được tạo lập, vũ trụ đã phình nở rất bất ngờ và ngoạn mục. Nó nở rộng và vượt xa khỏi chính nó, gấp đôi kích thước trong mỗi 10-34 của một giây. Toàn bộ quá trình này diễn ra trong vòng không quá 10^{-30} giây – một phần triệu triệu triệu triệu triệu của một giây – nhưng biến vũ trụ từ một thứ có thể nằm gọn trong lòng bàn tay thành một thứ lớn hơn ít nhất 10.000.000.000.000.000.000.000.000 lần. Thuyết này giải thích những xoáy và sóng đã khiến vũ trụ ra đời. Nếu không có chúng, sẽ không có một hạt vật chất nào, không có các vì sao, chỉ có luồng khí trôi dạt và bóng tối vĩnh cửu.

Theo lý thuyết của Guth, trong vòng một phần mười triệu tỷ tỷ tỷ

tỷ tỷ tỷ giây, trọng lực được sinh ra. Sau một khoảng thời gian ngắn khủng khiếp nữa, xuất hiện thêm các lực điện từ và lực hạt nhân mạnh và yếu – các đối tượng của ngành vật lý. Ngay lập tức có thêm sự tham gia của vô số các hạt cơ bản. Từ chỗ không có gì, bất ngờ có những đám photon, proton, electron, neutron và nhiều hạt khác – mỗi loại vào khoảng 10^{79} tới 10^{89} hạt, theo thuyết Big Bang thông thường. Con số đó dĩ nhiên không thể đo đếm. Chỉ biết rằng trong một khoảnh khắc rất ngắn ngủi, chúng ta được ban tặng một vũ trụ – ít nhất một trăm tỷ năm ánh sáng bề rộng theo thuyết này và có thể có kích thước lên tới vô cùng – nơi được sắp đặt hoàn hảo để tạo ra các vì sao, các dải ngân hà và các hệ thống phức tạp khác.

Điều phi thường là không hiểu tại sao vũ trụ lại phù hợp với chúng ta đến vậy. Nếu như nó được hình thành chỉ khác đi một chút thôi – chẳng hạn trọng lực mạnh hoặc yếu hơn một chút, hay sự giãn nở diễn ra nhanh hơn hay chậm hơn một chút – như vậy có thể sẽ không bao giờ có các yếu tố bền vững tạo ra bạn và tôi cũng như mặt đất mà chúng ta đặt chân lên. Nếu như trọng lực mạnh hơn chút ít, bản thân vũ trụ có thể đã sụp như một căn lều bị thiếu các yếu tố chính xác để đem lại cho nó kích thước, mật độ và các thành phần cần thiết để trở nên kiên cố. Còn nếu trọng lực yếu hơn, sẽ không gì có thể liên kết lại. Vũ trụ sẽ mãi là một vùng trống trải, mờ tối, rời rạc.

Bởi vậy, một số chuyên gia tin rằng có thể có nhiều vụ nổ lớn, hàng tỷ tỷ vụ như thế, diễn ra ở hai đầu của sự vô tận, và chúng ta tồn tại trong vũ trụ này là vì chỉ trong vũ trụ này chúng ta mới có thể tồn tại. Như Edward P. Tryon tại Đại học Columbia từng nói: "Để trả lời câu hỏi tại sao điều đó xảy ra, tôi đưa ra một kiến giải khiêm tốn nhất rằng vũ trụ của chúng ta chỉ là một trong những thứ vẫn thường diễn ra lúc này hay lúc khác." Và Guth nói thêm rằng: "Dù kiến tạo vũ trụ dường như là không thể nhưng Tryon muốn nhấn mạnh rằng không ai đếm được những lần kiến tạo thất bại."

Martin Rees, nhà thiên văn học Hoàng gia Anh, tin rằng có nhiều vũ trụ, có thể là một con số vô cùng, mỗi vũ trụ ra đời bởi các nguyên nhân khác nhau, với sự kết hợp khác nhau, và chúng ta chỉ đơn thuần sống trong một vũ trụ nơi có sự kết hợp các yếu tố đảm bảo cho sự sống. Ông so sánh với một cửa hàng quần áo rất lớn: "Có vô số quần áo để chúng ta lựa chọn và không có gì đáng ngạc nhiên nếu bạn tìm được một bộ vừa vặn. Nếu có vô vàn vũ trụ, mỗi vũ trụ định hình theo một bộ các con số khác nhau, thì sẽ có một bộ số đặc biệt thích hợp để tạo ra sự sống. Đó chính là vũ

trụ của chúng ta."

Rees cho rằng có 6 con số đã xác định vũ trụ của chúng ta, và nếu giá trị của bất cứ con số nào thay đổi dù là rất nhỏ, thì mọi thứ sẽ không thể như bây giờ. Chẳng hạn, để vũ trụ có thể tồn tại, cần phải có sự chuyển hóa chính xác và cẩn trọng từ hiđro sang heli để có thể biến đổi 7/1.000 khối lượng của nó thành năng lượng. Nếu giảm trị số này dù là chút ít – chẳng hạn, từ 0,07% xuống 0,06% – sẽ không có sự chuyển hóa nào diễn ra: vũ trụ sẽ chỉ có hiđro và không gì khác. Còn nếu nâng con số này lên một chút – chẳng hạn 0,08% – mối quan hệ sẽ mạnh đến mức chẳng bao lâu hiđro sẽ cạn kiệt. Dù trong trường hợp nào, chỉ với sự thay đổi nhỏ nhất ở các con số, vũ trụ mà chúng ta biết và cần sẽ không hề như thế nữa.

Tôi sẽ nói rằng *cho đến giờ*, dường như tất cả đều đúng mực. Trong dài hạn, trọng lực có thể trở nên mạnh hơn và có thể chấm dứt sự nở rộng của vũ trụ, khiến nó tự thu hẹp lại, cho đến khi trở thành một điểm kỳ dị khác và một quá trình mới lại bắt đầu. Mặt khác, nếu trọng lực quá yếu, vũ trụ sẽ tiếp tục phình ra mãi cho đến khi mọi thứ quá xa cách và vật chất không còn có thể tương tác, đến mức vũ trụ rất rộng nhưng trì trệ và chết chóc. Giả thiết thứ ba là trọng lực được giữ ở mức hoàn hảo – như các nhà vũ trụ học gọi là "mật độ tới hạn" – nhờ đó toàn vũ trụ luôn ở kích thước phù hợp để vạn vật tiếp diễn đến vô cùng. Các nhà thiên văn học thường gọi đây là "hiệu ứng Goldilocks" – nghĩa là mọi thứ đều ổn. (Trong các tài liệu, ba phương án về trạng thái của vũ trụ được gọi lần lượt là đóng, mở và phẳng dẹt).

Bây giờ, câu hỏi đặt ra cho tất cả chúng ta là: điều gì sẽ xảy ra nếu bạn du hành tới tận cùng của vũ trụ và thò đầu ra ngoài bức rèm ngăn cách? Đầu của bạn sẽ *ở đâu* nếu nó không còn nằm trong vũ trụ? Bạn sẽ nhìn thấy gì ở ngoài kia? Câu trả lời, đáng tiếc thay, là bạn sẽ không bao giờ tới được rìa của vũ trụ. Không phải bởi sẽ mất rất lâu để tới đó – dù tất nhiên là như thế – mà vì dù bạn cứ đi mãi đi mãi theo một đường thẳng, vô cùng vô tận, bạn sẽ không bao giờ tới được điểm tận cùng. Ngược lại, bạn sẽ trở lại điểm xuất phát (tại đó, có lẽ bạn thà chấp nhận thua và bỏ cuộc còn hơn). Đó là vì vũ trụ hình cầu, theo một cách mà chúng ta không thể hình dung đầy đủ, theo thuyết tương đối của Einstein (chúng ta sẽ sớm đề cập tới thuyết này). Hiện tại, chúng ta chỉ cần hiểu rằng chúng ta không trôi dạt trong một quả bóng lớn và phình to mãi. Ngược lại, vũ trụ uốn theo cách khiến nó vừa vô hạn vừa hữu hạn. Thậm chí không thể nói chính xác là vũ trụ đang mở rộng, vì theo Steven Weinberg, nhà vật lý đạt giải Nobel, "hệ Mặt Trời và các thiên hà không mở rộng và bản thân vũ trụ cũng vậy." Ngược lại,

các thiên hà đang ngày một rời xa nhau. Điều này rất khó hình dung một cách trực quan. Hay như nhà sinh vật học J. B. S. Haldane đã từng đưa ra một nhận định nổi tiếng: "Vũ trụ không chỉ lạ lùng hơn những gì chúng ta hình dung; nó còn lạ lùng hơn cả những gì chúng ta *có thể* hình dung."

Phép so sánh thường được sử dụng để giải thích cho tính cong của vũ trụ là thử tưởng tượng ai đó từ một vũ trụ với bề mặt phẳng dẹt, vốn chưa từng nhìn thấy một khối cầu, tới Trái Đất. Cho dù anh ta có đi ngang qua bề mặt của hành tinh này theo kiểu gì cũng không thể nào tìm thấy cạnh rìa của nó. Anh ta cuối cùng sẽ trở lại điểm xuất phát, và tất nhiên, sẽ rất bối rối không hiểu chuyện gì đã xảy ra. Vâng, chúng ta cũng ở vào tình thế tương tự trong vũ trụ, chỉ có điều là thứ khiến chúng ta bối rối có kích cỡ lớn hơn.

Bởi không nơi nào giúp bạn tìm thấy được rìa của vũ trụ, và vì thế, không có nơi nào để bạn đứng vào trung tâm và nói rằng: "Đây là nơi vũ trụ khởi phát. Đây là điểm chính giữa của nó." *Tất cả* chúng ta đều đang ở tâm của vũ trụ. Thực tế, chúng ta không dám chắc; chúng ta không thể chứng minh được điều đó bằng toán học. Các nhà khoa học chỉ giả định rằng chúng ta không thể thật sự là trung tâm của vũ trụ – hãy nghĩ xem điều đó có hàm ý gì – song đó là hiện tượng chung dù người quan sát ở bất cứ nơi nào. Cho tới nay, chúng ta vẫn chưa thật sự biết.

Đối với chúng ta, vũ trụ di chuyển nhanh như ánh sáng và đã di chuyển không ngừng kể từ khi nó được hình thành. Vũ trụ hữu hình – vũ trụ mà chúng ta đang biết và nói đến – có bề rộng 1.000.000.000.000.000.000.000.000 dặm. Nhưng theo các thuyết mới nhất về vũ trụ – thuyết đa vũ trụ, đôi khi nó được gọi như vậy – thì vũ trụ về tổng thể thậm chí còn rộng lớn hơn rất nhiều. Theo Rees, số năm ánh sáng để tới được rìa của vũ trụ không nhìn thấy được và rộng lớn hơn này không phải được viết ra "với 10, hay thậm chí 100 số 0, mà lên tới hàng triệu". Tóm lại, vũ trụ rộng lớn hơn những gì bạn có thể tưởng tượng, nên không cần mất thời gian tìm kiếm xem có gì bên ngoài nó.

Trong suốt một thời gian dài, thuyết Big Bang có một khiếm khuyết khiến nhiều người đau đầu – đó là nó không thể giải thích tại sao chúng ta lại ở đây. 98% vật chất đang tồn tại đều được tạo ra trong vụ nổ này, và các vật chất khi đó chủ yếu gồm các khí nhẹ: heli, hiđro và liti như chúng ta đã đề cập. Không hề có một hạt vật chất nặng nào vốn cần thiết cho sự tồn tại của chúng ta – cácbon, nitơ, ôxy và những thứ khác – được hình thành từ sự kết

hợp các chất khí ở thời điểm hình thành vũ trụ. Nhưng – vấn đề phức tạp là – để tạo ra các nguyên tố nặng, cần có nhiệt và năng lượng tỏa ra bởi vụ nổ Big Bang. Tuy vậy, chỉ có duy nhất một vụ nổ Big Bang và nó không tạo ra cả hai thứ trên. Vậy chúng ta đến từ đâu? Thật thú vị, người tìm ra câu trả lời lại là một nhà vũ trụ học vô cùng khinh miệt Big Bang với tư cách một học thuyết và đặt ra thuật ngữ Big Bang nhằm chế nhạo nó.

Chúng ta sẽ nhanh chóng gặp gỡ ông, nhưng trước khi chuyển sang câu hỏi rằng chúng ta có mặt ở đây bằng cách nào, có lẽ cần vài phút để suy nghĩ xem chính xác thì "đây" là đâu?

02

Chào mừng bạn đến với hệ mặt trời

Ngày nay, các nhà thiên văn học có thể làm được những điều kỳ diệu nhất. Nếu có ai quẹt một que diêm trên Mặt Trăng, họ cũng có thể định vị được ánh lửa. Từ những rung động nhỏ nhất của những ngôi sao xa xôi, họ có thể suy ra được kích thước và đặc trưng của chúng, thậm chí cả điều kiện sống tiềm năng của những hành tinh quá xa để có thể nhìn thấy – xa đến mức chúng ta phải mất nửa triệu năm đi bằng tàu vũ trụ mới có thể tới nơi. Với kính viễn vọng vô tuyến, họ có thể bắt được các bức xạ yếu đến mức toàn bộ năng lượng thu được từ bên ngoài hệ Mặt Trời bởi mọi chiếc kính viễn vọng này cộng lại (bắt đầu từ 1951) "yếu hơn năng lượng của một bông tuyết rơi xuống mặt đất," dẫn lời của Carl Sagan.

Tóm lại, nếu muốn thì ít có thứ gì trong vũ trụ mà các nhà thiên văn học không tìm được. Vì thế, cần nhắc lại rằng mãi cho đến năm 1978 chưa ai từng biết sao Diêm Vương cũng có một mặt trăng. Mùa hè năm đó, nhà thiên văn học trẻ James Christy thuộc đài quan sát Lowell, Flagstaff, bang Arizona, đang kiểm tra các bức ảnh chụp sao Diêm Vương như thường lệ và bất ngờ nhận thấy có một thứ gì đó mờ và khó xác định, nhưng chắc chắn không phải chính là hành tinh này. Sau khi trao đổi với đồng nghiệp là Robert Harrington, anh kết luận rằng đó là một mặt trăng. Hơn nữa, nó không phải một mặt trăng bình thường, vì xét theo tỷ lệ kích thước so với hành tinh mà nó xoay quanh thì đây là mặt trăng lớn nhất trong hệ Mặt Trời.

Đây thật sự là một cú trời giáng vào địa vị của sao Diêm Vương với tư cách là một hành tinh, vốn chưa bao giờ được xem là lớn. Bởi lẽ trước đây, người ta cho rằng không gian mà sao Diêm Vương và

mặt trăng của nó chiếm chỗ vẫn chỉ là một, điều đó có nghĩa là giờ thì người ta biết rằng hành tinh này nhỏ hơn rất nhiều so với hình dung của bất cứ ai – thậm chí nhỏ hơn sao Thủy. Thật sự, có 7 mặt trăng trong hệ Mặt Trời, tính cả mặt trăng của Trái Đất, lớn hơn sao Diêm Vương.

Giờ đây, câu hỏi đặt ra là tại sao ta lại mất quá lâu để phát hiện ra một mặt trăng trong hệ Mặt Trời. Câu trả lời là một phần do vị trí mà các nhà thiên văn học hướng các dụng cụ của họ tới, một phần nữa là do các dụng cụ được thiết kế để dò tìm cái gì và một phần là do chính bản thân sao Diêm Vương. Dù sao, kết quả tìm kiếm đa phần phụ thuộc vào nơi mà chúng ta hướng thiết bị tới. Nói như nhà thiên văn học Clark Chapman: "Nhiều người nghĩ rằng các nhà thiên văn học hằng đêm đều lên đài quan sát và rà quét bầu trời. Nhưng không phải vậy. Hầu hết kính viễn vọng mà chúng ta có trên thế giới được thiết kế để quan sát một phần rất nhỏ bầu trời, nhằm phát hiện ra một chuẩn tinh hay tìm kiếm các lỗ đen, hoặc nhìn ngắm các thiên hà xa xôi. Hệ thống kính viễn vọng duy nhất thật sự rà quét bầu trời được thiết kế và do quân đội sử dụng."

Chúng ta đã bị các họa sĩ đánh lừa, dẫn đến việc tưởng tượng về một độ phân giải cao không tưởng trong thiên văn học. Sao Diêm Vương hiện lên trong bức ảnh của Christy mờ như một mảnh vải lanh lạc giữa vũ trụ, và mặt trăng của nó không hề được chiếu sáng một cách lãng mạn từ phía sau, giống như một thiên thể rõ như bạn thấy trong các bức họa trên tạp chí *National Geographic*, mà thật ra lại chỉ là một bóng mờ khác rất nhỏ và cực kỳ khó phân biệt. Nó mờ đến mức để bất cứ ai muốn định vị lại mặt trăng này một lần nữa, trên thực tế phải mất 7 năm mới có thể đưa ra khẳng định độc lập về sự tồn tại của nó.

Một sự trùng hợp thú vị là phát hiện của Christy xảy ra ở Flagstaff, vì cũng chính tại đây, vào năm 1930, sao Diêm Vương lần đầu được phát hiện. Sự kiện đặc biệt đó phần lớn nhờ công của nhà thiên văn học Percival Lowell. Lowell xuất thân từ một dòng họ thuộc loại lâu đời và giàu có nhất ở Boston. Tên ông được đặt cho một đài thiên văn nổi tiếng, nhưng điều làm ông được nhớ mãi chính là việc ông tin rằng sao Hỏa được bao phủ bởi những con kênh do các cư dân sao Hỏa cần mẫn đào nhằm dẫn nước từ hai cực về vùng đồng bằng màu mỡ dù thiếu nước ở gần xích đạo. Lowell còn đinh ninh rằng bên ngoài sao Hải Vương còn có một hành tinh thứ chín mà ông tạm đặt tên là X. Cơ sở của nhận định này là tính bất quy tắc trong quỹ đạo của sao Thiên Vương và sao Hải Vương. Vì thế, ông đã dành những năm cuối đời nhằm tìm ra

gã khổng lồ mà ông chắc chắn phải ở đó. Không may, ông đột ngột qua đời vào năm 1916, một phần vì kiệt sức sau những nỗ lực của mình, và cuộc tìm kiếm bị trì hoãn trong khi những người thừa kế của Lowell mải tranh cãi về tài sản. Tuy nhiên, năm 1929, nhằm góp phần phân tán sự chú ý vào đề tài các kênh đào trên sao Hỏa (khi ấy đã trở thành một sự bẽ bàng thật sự), các nhà điều hành của đài thiên văn Lowell quyết định khôi phục lại cuộc tìm kiếm, và cuối cùng đã thu nhận một chàng trai trẻ đến từ Kansas mang tên Clyde Tombaugh.

Tombaugh không được đào tạo bài bản về thiên văn học, nhưng ông rất cần mẫn và khôn ngoan. Sau một năm nhẫn nại, bằng cách nào đó ông đã tìm thấy sao Diêm Vương, một điểm sáng mờ trên bầu trời lấp lánh. Đó là một phát hiện kỳ diệu, và bất ngờ hơn nữa là những phán đoán của Lowell về sự tồn tại của một hành tinh ngoài sao Hải Vương do đó đã được chứng minh là sai. Tombaugh thấy ngay rằng hành tinh mới này không hề giống một khối cầu bằng khí khổng lồ như Lowell đã nghĩ – nhưng bất cứ ý kiến bảo lưu nào của ông hay ai cũng sớm bị quên lãng trong một thời đại mà người ta rất dễ trở nên hào hứng đến mức mê sảng trước những tin tức trọng đại. Đây là hành tinh đầu tiên do người Mỹ phát hiện, và không ai bị phân tâm bởi ý nghĩ rằng thực ra nó chỉ là một chấm nhỏ giá lạnh xa xôi. Nó được đặt tên là sao Diêm Vương, một phần cũng bởi tên của nó trong tiếng anh là Pluto – hai chữ cái đầu tiên trùng với hai chữ viết tắt họ và tên của Percival Lowell. Lowell được hoan nghênh ở khắp nơi như đệ nhất thiên tài, còn Tombaugh thì gần như bị quên lãng, trừ trong giới thiên văn học hành tinh, những người có khuynh hướng tôn kính ông.

Một số ít các nhà thiên văn học vẫn tiếp tục cho rằng vẫn có một hành tinh X nào đó – một gã khổng lồ thật sự, có lẽ lớn gấp 10 lần sao Mộc, nhưng cho đến nay vẫn chưa ai nhìn thấy nó. (Có thể do nó nhận được quá ít ánh sáng Mặt Trời nên không thể phản chiếu). Theo họ, đó không phải một hành tinh bình thường như sao Mộc hay sao Thổ, mà giống một Mặt Trời hơn – nó cách đó rất xa, vào khoảng 4,5 triệu triệu dặm. Hầu hết các hệ hành tinh trong vũ trụ đều là các hệ đôi (quay quanh hai ngôi sao), nên hệ có một Mặt Trời duy nhất của chúng ta là khá kỳ lạ.

Về phần sao Diêm Vương, không ai dám chắc nó lớn chừng nào và thật sự thì nó là gì. Rất nhiều nhà thiên văn học tin rằng nó không phải hành tinh mà thật ra chỉ là thực thể lớn nhất cho đến nay được tìm thấy trong một khu vực gồm các mảnh vỡ thiên hà được gọi là vành đai Kuiper. Lý thuyết về vành đai Kuiper được nhà

thiên văn học F. C. Leonard đưa ra vào năm 1930, nhưng thuật ngữ này tôn vinh Gerard Kuiper, một người Hà Lan sống tại Mỹ, người đã có công phát triển ý tưởng. Vành đai Kuiper là nơi khởi nguồn của các sao chổi ngắn hạn[1] – những ngôi sao chổi thường xuyên đến rồi đi – trong đó nổi tiếng nhất là sao chổi Halley. Các sao chổi dài hạn thì ít xuất hiện hơn (trong đó gần đây có Hale-Bopp và Hyakutake xuất hiện) và đến từ đám mây Oort xa hơn.

1· Sao chổi ngắn hạn có chu kỳ quỹ đạo nhỏ hơn 200 năm.

Đúng là sao Diêm Vương không giống các hành tinh khác. Nó không chỉ nhỏ bé và khó nắm bắt, mà sự di chuyển của nó còn luôn biến đổi, khiến không ai có thể nói với bạn một cách chính xác vị trí của nó sau khoảng một thế kỷ. Trong khi các hành tinh khác có quỹ đạo gần như nằm trên cùng một mặt phẳng, thì quỹ đạo của sao Diêm Vương nghiêng một góc 17 độ như vành của chiếc mũ được đội hững hờ trên đầu ai đó. Quỹ đạo này bất quy tắc đến mức có những lúc trong quá trình quay quanh Mặt Trời, nó còn ở gần chúng ta hơn cả sao Hải Vương. Trong suốt giai đoạn những năm 1980 và 1990, sao Hải Vương thật sự là hành tinh xa nhất trong hệ Mặt Trời. Chỉ đến ngày 11 tháng Hai năm 1999, sao Diêm Vương mới trở lại vành đai ngoài cùng và sẽ giữ khoảng cách đó trong vòng 228 năm.

Vì thế, nếu đúng là một hành tinh, thì sao Diêm Vương chắc chắn là một hành tinh kỳ lạ. Nó rất nhỏ: khối lượng chỉ bằng khoảng 0,25% Trái Đất. Nếu có thể trải nó ra trên lãnh thổ nước Mỹ, nó che kín chưa đến một nửa của 48 bang phía dưới. Bản thân điều này khiến nó hết sức bất thường; đồng nghĩa với việc hệ Mặt Trời của chúng ta bao gồm bốn hành tinh có lõi đá, bốn hành tinh khổng lồ có màn khí bao phủ, và một tảng băng nhỏ bé, đơn độc. Hơn nữa, có nhiều lý do để hình dung rằng chúng ta sẽ sớm tìm ra những khối cầu băng giá thậm chí còn lớn hơn trong cùng vùng vũ trụ này. Khi đó, chúng ta sẽ gặp phải trở ngại. Sau khi Christy tìm ra mặt trăng của sao Diêm Vương, các nhà thiên văn học bắt đầu chú tâm hơn tới khu vực này của vũ trụ. Tính đến tháng Mười hai năm 2002, họ đã tìm ra khoảng 600 vật thể ngoài sao Hải Vương (hoặc còn có tên gọi khác là Plutino). Một vật thể mang tên Varuna có kích thước gần bằng vệ tinh của sao Diêm Vương. Các nhà thiên văn học giờ đây cho rằng có hàng tỷ các vật thể như thế. Vấn đề là rất nhiều trong số đó hoàn toàn tăm tối. Thông thường, chúng có độ phản chiếu chỉ khoảng 4%, gần như một cục than – và tất nhiên các cục than này cách chúng ta 6 tỷ km.

Khoảng cách này xa vượt ngoài sức tưởng tượng của chúng ta. Vũ trụ, như bạn thấy, thật sự rất bao la. Hãy tưởng tượng, vừa để học hỏi vừa để giải trí, rằng bạn đang sắp sửa du hành bằng tàu vũ trụ. Chúng ta không đi quá xa, mà chỉ tới rìa hệ Mặt Trời, nhưng chúng ta cần phải hình dung trước vũ trụ là nơi rộng lớn ra sao và không gian mà chúng ta chiếm chỗ bé nhỏ đến chừng nào.

Tin xấu là tôi e rằng chúng ta sẽ không kịp về nhà ăn bữa tối. Dù đạt vận tốc ánh sáng (300.000km/giây), chúng ta cũng mất đến 7 giờ đồng hồ để tới được sao Hỏa. Nhưng tất nhiên, không có phương tiện nào đạt được tốc độ đó. Chúng ta sẽ phải đi với tốc độ của một con tàu vũ trụ, và nó hẳn là ì ạch hơn nhiều. Tốc độ tối đa mà con người có thể đạt đến hiện thuộc về các tàu du hành *Voyager* 1 và 2, đang bay xa khỏi chúng ta với tốc độ khoảng 56.000km/giờ.

Lý do các tàu *Voyager* được phóng đi (vào tháng Tám và tháng Chín năm 1977) là do sao Mộc, sao Thổ, sao Thiên Vương và sao Hải Vương khi đó đang ở vị trí thẳng hàng – hiện tượng này 175 năm mới xảy ra một lần. Việc này cho phép hai tàu *Voyager* tận dụng kỹ thuật "lợi dụng trọng lực", con tàu sẽ được đẩy từ hành tinh này sang hành tinh khác một cách dễ dàng. Dù vậy, vẫn mất 9 năm để chúng có thể tới được sao Thiên Vương và 12 năm để cắt qua quỹ đạo của sao Diêm Vương. Còn tin tốt là, đến tháng Một năm 2006 (vào năm này, tàu vũ trụ mới của NASA mang tên *New Horizons* cũng bắt đầu thám hiểm sao Thiên Vương), khi đó chúng ta có thể tận dụng vị trí thuận lợi của sao Mộc cùng một số tiến bộ công nghệ mới, và sẽ chỉ mất khoảng 10 năm để tới nơi – dù chặng đường trở về có lẽ sẽ dài hơn (tôi e là vậy). Dù thế nào, đó vẫn là một hành trình rất dài.

Bây giờ, điều đầu tiên bạn có thể nhận ra về vũ trụ là nó được đặt tên rất hay và yên ổn đến phát chán. Hệ Mặt Trời của chúng ta có lẽ là thực thể sống động duy nhất trong bán kính hàng triệu triệu dặm, nhưng tất cả những gì có thể thấy được trong đó – Mặt Trời, các hành tinh và các mặt trăng của chúng, hàng tỷ thiên thể đá, sao chổi và hàng tỷ các vật thể trôi nổi hỗn độn khác chiếm chưa đầy một phần triệu triệu của vũ trụ. Bạn cũng nhanh chóng nhận ra rằng không có tấm bản đồ nào về hệ Mặt Trời được vẽ đúng tỷ lệ khoảng cách. Các bảng biểu trong nhà trường cho thấy các hành tinh nối tiếp nhau với khoảng cách gần gũi như láng giềng – thậm chí trong nhiều minh họa, những hành tinh khổng lồ bên ngoài còn phủ bóng lên nhau. Tuy vậy, đây là một sự dối trá cần có để có thể đặt tất cả chúng lên cùng một trang giấy. Sao Hải Vương không phải chỉ cách xa sao Mộc một chút, mà là rất xa – gấp 5 lần

khoảng cách giữa sao Mộc và Trái Đất, xa đến mức nó chỉ nhận được 3% ánh sáng mặt trời so với sao Mộc. Với khoảng cách như vậy, trong thực tế, việc mô phỏng hệ Mặt Trời theo đúng tỷ lệ là bất khả thi. Trên một sơ đồ của hệ Mặt Trời theo đúng tỷ lệ, trong đó Trái Đất có kích thước bằng hạt đậu, nó sẽ cách sao Mộc 300m, cách sao Diêm Vương 2,5km (khi đó, sao Diêm Vương có kích thước của một con vi khuẩn, và bạn cũng không thể nhìn thấy nó). Với tỷ lệ đó, ngôi sao gần nhất là Proxima Centauri sẽ cách chúng ta 16.000km. Thậm chí, nếu bạn thu nhỏ mọi thứ đến mức sao Mộc bé như dấu chấm cuối câu này và sao Diêm Vương không lớn hơn một phân tử, thì khi đó sao Diêm Vương vẫn cách chúng ta hơn 10m.

Hệ Mặt Trời thật sự khá khổng lồ. Khi tới được sao Diêm Vương, chúng ta đã đi xa đến mức Mặt Trời – nguồn sáng thân thương, ấm áp, đem lại cho con người sự sống và làn da rám nắng – trông rất nhỏ bé, chỉ nhỉnh hơn một ngôi sao sáng chút ít. Ở một nơi trống rỗng, cô độc như thế, bạn có thể bắt đầu hiểu vì sao những vật thể rất đáng kể – chẳng hạn mặt trăng của sao Diêm Vương – lại không được biết đến. Về khía cạnh này, sao Diêm Vương không phải là cá biệt. Cho đến khi tàu *Voyager* bắt đầu các chuyến thám hiểm, người ta nghĩ sao Hải Vương có hai mặt trăng, nhưng tàu *Voyager* đã phát hiện thêm 6 mặt trăng khác. Khi tôi còn nhỏ, hệ Mặt Trời được cho là có 30 mặt trăng. Tính đến nay, con số này ít nhất là 90, trong đó khoảng một phần ba được phát hiện trong vòng 10 năm qua. Tất nhiên, có một điểm cần nhớ khi xem xét vũ trụ nói chung, đó là chúng ta không thật sự biết có gì trong hệ Mặt Trời này.

Giờ đây, một điều khác nữa bạn sẽ phải chú ý khi chúng ta bay qua sao Diêm Vương, đó là chúng ta *đang* bay qua hành tinh này. Nếu kiểm tra lại lịch trình bay của mình, bạn sẽ thấy đây là một chuyến du hành tới tận cùng của hệ Mặt Trời, nhưng tôi e là chúng ta vẫn chưa thể tới đó. Sao Diêm Vương có thể là hành tinh cuối cùng được kể đến theo những sơ đồ trong sách giáo khoa, nhưng hệ Mặt Trời không kết thúc ở đó. Thậm chí, nó cũng chưa hề gần tới điểm cuối. Chúng ta vẫn sẽ không thể tới được rìa của hệ Mặt Trời nếu chưa đi qua đám mây Oort, một khu vực rộng lớn, nơi có các sao chổi trôi dạt, và tôi thật sự rất lấy làm tiếc là chúng ta cũng không thể đến được đám mây Oort mà không mất tới 10.000 năm nữa. Rõ ràng, không những không phải là tận cùng của hệ Mặt Trời như các hình vẽ vẫn thường khéo léo ám chỉ, sao Diêm Vương chỉ là điểm đánh dấu 1/50.000 chặng đường.

Tất nhiên, chúng ta khó có khả năng tiến hành một chuyến du

hành như vậy. Chuyến bay dài 386.000km tới Mặt Trăng vẫn là thành quả rất lớn của loài người. Một chuyến thám hiểm có người tới sao Hỏa, như lời kêu gọi của Tổng thống Bush (cha) trong một phút bị váng đầu, đã âm thầm bị bỏ qua khi người ta tính rằng nó sẽ ngốn 450 tỷ đô-la, và toàn bộ phi hành đoàn sẽ phải chết (họ sẽ bị các hạt mang năng lượng mặt trời rất cao xé tả tơi vì không có cách nào bảo hộ cả). Dựa trên những gì chúng ta biết và có thể tưởng tượng phần nào, con người không bao giờ có khả năng viếng thăm vùng biên của hệ Mặt Trời. Nó quá xa xôi. Thậm chí với kính viễn vọng Hubble, chúng ta cũng không thể nhìn thấy đám mây Oort, vì thế không thật sự biết rằng nó ở đó. Nó rất có thể tồn tại nhưng vẫn chỉ là giả thuyết.[1]

---

1. Tên gọi chính xác của nó là đám mây Öpik-Oort, được đặt theo tên của nhà thiên văn học người Estonia Ernst Öpik, người đã đưa ra giả thuyết về sự tồn tại của nó vào năm 1932, và tên của nhà thiên văn học người Hà Lan Jan Oort, người có công tinh chỉnh các phép toán 18 năm sau.

Tất cả những gì có thể nói chắc chắn về đám mây Oort là nó ở đâu đó bên ngoài sao Diêm Vương và trải dài khoảng 2 năm ánh sáng trong vũ trụ. Đơn vị đo lường cơ bản trong hệ Mặt Trời là đơn vị thiên văn [Astronomical Unit] hay AU, là khoảng cách từ Mặt Trời tới Trái Đất. Sao Diêm Vương cách chúng ta khoảng 40AU, còn tâm của đám mây Oort cách khoảng 50.000AU. Nói đơn giản, nó ở rất xa.

Nhưng hãy giả sử một lần nữa rằng chúng ta đến được Oort. Điều đầu tiên bạn có thể nhận thấy là nơi đây rất yên bình. Chúng ta đã ở quá xa mọi thứ – cách xa Mặt Trời đến mức nó thậm chí không còn là ngôi sao sáng nhất trên bầu trời. Đáng lưu ý là điểm sáng nhỏ lấp lánh kia không đủ lực hấp dẫn để giữ mọi sao chổi này ở đúng quỹ đạo. Mối liên hệ không đủ mạnh, vì thế các sao chổi này trôi dạt một cách chậm rãi, khoảng 3.520km/giờ. Đôi lúc, các sao chổi cô đơn này bị kéo khỏi quỹ đạo của mình bởi một sự xáo trộn lực hấp dẫn nhẹ – có thể là bởi một ngôi sao bay ngang qua. Đôi khi chúng bị đẩy ra khoảng không vũ trụ và vĩnh viễn không ai còn nhìn thấy chúng nữa, nhưng có lúc chúng lại rơi vào một quỹ đạo dài xung quanh Mặt Trời. Khoảng ba hay bốn lần một năm, các sao chổi, được gọi là các sao chổi dài hạn, cắt qua hệ Mặt Trời. Đôi khi những vị khách đi lạc này sẽ va đập với các vật thể cứng, chẳng hạn như Trái Đất. Thế nên tôi muốn bạn hãy nhìn ra ngoài và quan sát – ngôi sao chổi chúng ta nhìn thấy vừa mới bắt đầu hành trình về phía tâm của hệ Mặt Trời. Nó có thể rơi xuống bất cứ đâu như Manson hay Iowa. Nhưng sẽ mất rất lâu để nó tới được

đó – ít nhất là ba hoặc bốn triệu năm – vì thế chúng ta hãy tạm quên nó đi và sẽ trở lại với nó ở phần sau của câu chuyện.

Hệ Mặt Trời của chúng ta chính là như vậy đấy. Liệu còn gì bên ngoài hệ Mặt Trời nữa? Vâng, không có gì hoặc rất nhiều, tùy cách bạn nhìn nhận.

Trong ngắn hạn thì không có gì đáng kể. Môi trường chân không hoàn hảo nhất mà con người từng tạo ra cũng không trống rỗng bằng khoảng không giữa các vì sao. sẽ có cực nhiều thứ "hư vô" thế này cho đến khi bạn đến với một vài thứ tiếp theo. Hàng xóm gần nhất của chúng ta là Proxima Centauri, vốn là một phần của chòm ba ngôi sao được gọi là Alpha Centauri, với khoảng cách 4,3 năm ánh sáng, một khoảng cách có vẻ không đáng kể trong thuật ngữ thiên văn học, nhưng vẫn gấp 100 triệu lần khoảng cách từ Trái Đất tới Mặt Trăng. Để tới được đó bằng tàu vũ trụ, sẽ mất ít nhất 25.000 năm, và thậm chí nếu tới được đó, bạn cũng sẽ chẳng thấy gì ngoài một nhúm các ngôi sao bơ vơ giữa khoảng không vô tận. Để tới được điểm tiếp theo, sao Thiên Lang, bạn sẽ mất thêm 4,6 năm ánh sáng nữa. Đó là nếu bạn muốn đi hái sao trời trong hành trình xuyên vũ trụ. Chỉ cần đến tâm của thiên hà, chúng ta cũng đã mất nhiều thời gian hơn cả thời gian con người từng tồn tại.

Vũ trụ, tôi muốn nhắc lại, thật sự khổng lồ. Khoảng cách trung bình giữa các ngôi sao là hơn 30 triệu triệu km. Ngay cả khi đạt được tốc độ ánh sáng, những khoảng cách đó vẫn thách thức bất cứ nhà du hành nào. Tất nhiên, cũng *có thể* có những người ngoài hành tinh đã đi hàng triệu dặm tới để mua vui bằng cách tạo ra những vòng tròn kỳ bí trên các cánh đồng ở Wiltshire, hoặc dọa một gã lái xe tải trên con đường vắng ở Arizona đến kinh hồn bạt vía (hẳn là họ cũng có bọn thiếu niên), nhưng dường như không phải thế.

Cho tới nay, về mặt xác suất, vẫn có khả năng những sinh vật có trí tuệ tồn tại ở ngoài kia. Không ai biết có bao nhiêu ngôi sao trên Dải Ngân hà – ước chừng khoảng 100 tới 400 tỷ – và Dải Ngân hà chỉ là một trong số 140 tỷ các thiên hà khác, trong đó, nhiều thiên hà còn lớn hơn thiên hà của chúng ta. Vào năm 1960, giáo sư Đại học Cornell, Frank Drake, vì quá hứng khởi trước những con số khổng lồ này, đã đưa ra một phương trình nổi tiếng nhằm tính xác suất có sự sống bậc cao tồn tại trong vũ trụ, dựa trên một chuỗi các xác suất giảm dần. Theo phương trình của Drake, nếu bạn chia số các ngôi sao ở một phần nào đó của vũ trụ cho số ngôi sao có thể tồn tại ở dạng hệ hành tinh, rồi chia cho số hệ hành

tinh về mặt lý thuyết có thể hỗ trợ cho sự sống, sau đó chia cho số hành tinh mà ở đó sự sống đã phát triển thành cộng đồng có trí thông minh; và cứ như thế. Sau mỗi phép chia, con số sẽ giảm đi khủng khiếp – nhưng dù với các đầu vào khắt khe nhất, thì số hành tinh có nền văn minh, chỉ riêng trên Dải Ngân hà, đã là hàng triệu.

Đúng là một ý tưởng thú vị và đầy ấn tượng. Chúng ta chỉ là một trong hàng triệu nền văn minh trong vũ trụ. Tiếc thay, vũ trụ quá rộng lớn, và khoảng cách giữa hai nền văn minh trong số đó ít nhất cũng là 200 năm ánh sáng, một khoảng cách xa hơn hẳn cảm giác mà nó đem lại cho bạn. Điều đó có nghĩa là dù những sinh vật này biết chúng ta ở đây và có thể bằng cách nào đó thấy được chúng ta qua kính viễn vọng, thì họ cũng chỉ đang ngắm nhìn những ánh sáng đã rời Trái Đất 200 năm trước. Nghĩa là họ sẽ không thấy bạn và tôi. Họ sẽ chỉ thấy cuộc Cách mạng Pháp và Thomas Jefferson cùng những người đi bít tất lụa và đội tóc giả rắc phấn bột – những người không biết gì về nguyên tử, gen, và là những người tạo ra điện bằng cách cọ xát một thanh hổ phách vào một mảnh lông thú rồi cho rằng đó quả là một xảo thuật. Bất cứ thông điệp nào chúng ta nhận được từ những nhà quan sát này sẽ bắt đầu bằng "Kính chào Ngài", và họ sẽ chúc mừng chúng ta về những con tuấn mã hay hiểu biết sâu sắc của chúng ta về dầu cá voi. Hai trăm năm ánh sáng là một khoảng cách quá xa đối với tất cả chúng ta.

Vì thế, dù không thật sự là duy nhất, nhưng trong thực tế chúng ta vẫn cô đơn. Carl Sagan đã tính toán con số hành tinh có thể có trong vũ trụ, vào khoảng 10 tỷ nghìn tỷ, một con số vượt quá xa khả năng tưởng tượng của chúng ta. Tuy vậy, khoảng không gian mà trong đó chúng phân tán cũng nằm ngoài sức tưởng tượng của chúng ta. "Nếu chúng ta được xếp ngẫu nhiên vào vũ trụ," Sagan viết, "(khả năng để bạn ở trên một hành tinh hoặc ở gần một hành tinh sẽ thấp hơn 10^{-33}), các địa cầu là vô cùng quý giá."

Do đó Hội Thiên văn Quốc tế đã chính thức công nhận sao Diêm Vương là một hành tinh vào tháng Hai năm 1999.[1] Vũ trụ là một nơi rộng lớn và hẻo lánh. Chúng ta cần đến tất cả những láng giềng mà chúng ta có.

1· Mặc dù sau đó, vào năm 2006, nó lại bị tụt hạng thành một hành tinh lùn.

03

Vũ trụ của mục sư evans

Khi trời quang và trăng không quá sáng, mục sư Robert Evans, một người đàn ông hòa nhã và vui tính, kéo một chiếc kính viễn vọng khổng lồ trên sân thượng nhà mình ở Blue Mountains, Australia, cách Sydney khoảng 80km về phía tây, và làm một việc dị thường. Ông nhìn sâu vào quá khứ, tìm kiếm những ngôi sao sắp lụi tàn.

Đương nhiên, nhìn vào quá khứ là việc rất dễ. Chỉ cần nhìn lên bầu trời buổi đêm, những gì bạn thấy, hẳn là rất nhiều trong đó, đều đã trở thành lịch sử – đó không phải là những ngôi sao như chúng trong hiện tại, mà là thời điểm ánh sáng của chúng truyền đi. Như chúng ta đã biết, sao Bắc Đẩu, vì sao trung thành của chúng ta, có thể đã tắt ngấm vào tháng Một vừa rồi, hoặc năm 1854, hoặc bất kỳ lúc nào từ đầu thế kỷ XIV, nhưng tin tức về sự lụi tàn của nó vẫn chưa truyền đến chúng ta. Chúng ta chỉ có thể nói là nó vẫn đang chiếu sáng cách đây 680 năm. Điều Bob Evans làm tốt hơn bất cứ ai đã từng thử là tìm ra những giây phút chia lìa như thế trên bầu trời.

Ban ngày, Evans là một mục sư tốt bụng, làm việc bán hưu (semi-retired[1]) tại Nhà thờ Uniting, Australia, phụ trách vài công việc lặt vặt và nghiên cứu lịch sử tôn giáo thế kỷ XIX. Nhưng hằng đêm, ông trở thành một vị thần trên bầu trời theo một cách khiêm tốn. Ông tìm các siêu tân tinh.

1· Một dạng làm việc bán thời gian vì lý do sức khỏe hoặc cắt giảm thời gian làm việc trước khi nghỉ hưu hoàn toàn.

Một siêu tân tinh hình thành khi một ngôi sao khổng lồ, lớn hơn nhiều so với Mặt Trời của chúng ta, suy tàn rồi nổ tung một cách

ngoạn mục, cùng lúc đó nó sẽ tỏa ra năng lượng bằng năng lượng của một trăm tỷ mặt trời, để rồi cháy rực rỡ hơn mọi ngôi sao trong thiên hà của nó trong một khoảng thời gian. "Nó giống như hàng nghìn tỷ quả bom hiđro nổ cùng lúc," Evans nói. Nếu một vụ nổ siêu tân tinh xảy ra cách đây 500 năm ánh sáng, chúng ta sẽ bị tiêu diệt, theo lời Evans, "nó sẽ phá hỏng buổi trình diễn," ông rất hứng khởi giải thích. Song, vũ trụ rất rộng lớn và siêu tân tinh lại thường ở quá xa để có thể gây hại cho chúng ta. Thực tế, hầu hết chúng đều xa đến mức không thể tưởng tượng nổi, và ánh sáng của chúng đến với chúng ta chỉ còn lấp lánh yếu ớt. Chúng ta có thể nhìn thấy chúng trong khoảng một tháng, tất cả những gì phân biệt chúng với những ngôi sao khác trên bầu trời là chúng chiếm một khoảng không vũ trụ mà trước đó chưa từng bị chiếm chỗ. Chính nhờ các vết kim châm kì lạ thỉnh thoảng xuất hiện trên bầu trời đêm mà Evans đã phát hiện được các siêu tân tinh.

Để hiểu được sự kỳ công này, hãy tưởng tượng một bàn ăn thông thường được phủ khăn trải bàn màu đen, bạn thả một nhúm muối lên đó. Những hạt muối văng tung tóe này chính là thiên hà của chúng ta. Giờ đây, hãy tưởng tượng chúng ta có 1.500 chiếc bàn như thế – đủ để tạo thành một đường thẳng dài hai dặm – trên mỗi mặt bàn đều có một nhúm muối được thả ngẫu nhiên. Giờ đây, hãy thêm một hạt muối vào bất cứ chiếc bàn nào và để Bob Evans đi qua. Trong tích tắc, ông sẽ tìm thấy nó. Hạt muối này là một siêu tân tinh.

Evans là một thiên tài đặc biệt đến mức, trong cuốn *An Anthropologist on Mars* [tạm dịch: *Một nhà Nhân chủng học trên sao Hỏa*], Oliver Sacks đã dành một đoạn viết về ông trong chương về các nhà bác học tự kỷ – cần chú thích ngay rằng "không có ý nói ông bị tự kỷ". Evans, người chưa từng gặp Sacks, đã cười lớn trước ý nghĩ này vì cho rằng mình không tự kỷ mà cũng không phải là bác học, nhưng ông không thể giải thích xem tài năng của mình đến từ đâu.

"Đơn giản là có vẻ như tôi có sở trường ghi nhớ vị trí của các vì sao," ông nói, nhìn thẳng vào mắt tôi như tỏ ý xin lỗi, khi tôi tới thăm vợ chồng ông, ở căn nhà gỗ đẹp như tranh nằm ở ven ngôi làng yên tĩnh Hazelbrook, nơi những lùm cây Australia trải dài bất tận. "Tôi chẳng đặc biệt giỏi thứ gì khác," ông nói thêm. "Tôi nhớ tên người không tốt lắm."

"Cả nơi ông ấy để đồ đạc nữa," Elaine, vợ ông, nói vọng ra từ bếp. Ông lại gật đầu và mỉm cười, sau đó hỏi liệu tôi có muốn xem qua kính viễn vọng của ông không. Tôi đã tưởng Evans có cả một đài

quan sát hoàn hảo ở sau nhà – một Mount Wilson hoặc Palomar thu nhỏ, với mái vòm dốc và những chiếc ghế xoay vô cùng thoải mái. Thế nhưng, ông đã không đưa tôi ra ngoài mà đi vào một căn phòng chật chội gần nhà bếp, nơi ông để sách vở, tài liệu và cũng là nơi chiếc kính viễn vọng của ông – một khối trụ màu trắng có cùng kích cỡ và hình dáng như một thùng chứa nước nóng của mọi gia đình – được đặt trên một chiếc giá xoay tự tạo bằng ván ép. Khi muốn quan sát, ông sẽ mang chúng lên sân thượng nhỏ phía trên nhà bếp bằng hai chuyến. Giữa phần nhô ra của mái nhà và những tán cây bạch đàn rậm rạp đang vươn lên từ sườn dốc phía dưới, ông chỉ có một chỗ nhỏ bằng thùng thư để quan sát bầu trời, nhưng theo ông như vậy là quá đủ. Từ nơi này, khi bầu trời trong xanh và Mặt Trăng không quá rực rỡ, ông đã tìm ra các siêu tân tinh.

Thuật ngữ siêu tân tinh được đưa ra vào những năm 1930 bởi một nhà vật lý thiên văn lớn tuổi là Fritz Zwicky. Sinh ra ở Bulgaria và lớn lên ở Thụy Sĩ, Zwicky đến Học viện Công nghệ California vào những năm 1920 và từng rất nổi bật, vì tính cách thô lỗ và tài năng kỳ dị. Ông không hề tỏ ra thông minh một cách nổi bật và nhiều đồng nghiệp cho rằng ông chẳng hơn gì "một gã hề khó chịu". Là một tín đồ của việc rèn luyện sức khỏe, ông sẵn sàng chống đẩy một tay ở ngay sàn nhà ăn của học viện hay bất cứ nơi công cộng nào nhằm chứng minh nam tính của mình trước bất kỳ ai tỏ ý nghi ngờ. Ông có tiếng là người hung dữ, tính cách này khiến người khác cảm thấy bị đe dọa đến mức cộng sự thân cận nhất của ông, một người đàn ông nhỏ bé tên là Walter Baade, đã từ chối làm việc riêng với ông. Chưa kể, Zwicky còn kết tội Baade, một người Đức, là người của Quốc xã, dù hoàn toàn không phải vậy. Ít nhất có một lần, Zwicky đã dọa giết Baade, người làm việc trên đồi tại Đài quan sát Mount Wilson, nếu còn để ông nhìn thấy anh ta trong khuôn viên học viện.

Tuy vậy, Zwicky cũng có tầm nhìn của những trí tuệ xán lạn nhất. Đầu những năm 1930, ông chuyển hướng chú ý sang vấn đề mà từ lâu đã khiến các nhà thiên văn học phải bối rối: những chấm sáng khó hiểu thỉnh thoảng lại xuất hiện hay những ngôi sao mới. Ông băn khoăn không biết liệu neutron – các hạt nhỏ hơn nguyên tử được James Chadwich phát hiện tại Anh, vừa mới lạ lại vừa thời thượng – có phải là trung tâm của vạn vật. Có vẻ như nếu một ngôi sao thu nhỏ tới một mức mật độ như trong hạt nhân nguyên tử, kết quả sẽ là một lõi được nén đến mức khó tin. Các nguyên tử thực tế sẽ va đập vào nhau, khiến các electron bị ép vào hạt nhân, tạo thành các neutron. Bạn sẽ có một ngôi sao neutron. Hãy tưởng tượng một triệu viên đạn súng thần công hạng nặng được nén

xuống cỡ một viên đá cẩm thạch – ồ, chúng ta vẫn khó tưởng tưởng quá. Lõi của một ngôi sao neutron có mật độ cao đến mức một thìa vật chất được lấy ra từ nó cũng sẽ nặng hơn 500 triệu tấn. Chỉ một thìa thôi! Còn hơn thế nữa. Zwicky nhận thấy rằng sau sự lụi tàn của một ngôi sao, sẽ có một năng lượng khổng lồ được giải phóng – đủ để tạo ra một vụ nổ lớn nhất trong vũ trụ. Ông gọi những vụ nổ này là siêu tân tinh. Chúng sẽ là – và thật sự là – những sự kiện lớn nhất về sự tạo thành.

Vào ngày 15 tháng Một năm 1934, tạp chí *Physical Review* đã đăng một bản tóm tắt bài thuyết trình của Zwicky và Baade, được thực hiện vào tháng trước tại Đại học Stanford. Dù nó cực kỳ ngắn – chỉ là một đoạn văn dài 24 dòng – nhưng phần tóm tắt này lại là điểm khởi đầu cho một môn khoa học: lần đầu tiên nó đề cập tới siêu tân tinh và các ngôi sao neutron; giải thích một cách thuyết phục cách thức hình thành của chúng; tính toán chính xác quy mô của các vụ nổ; và như một đoạn kết được tặng thêm, đã liên kết các vụ nổ siêu tân tinh với sự ra đời của một hiện tượng bí ẩn mới mang tên tia vũ trụ, thứ gần đây được phát hiện là tồn tại rất nhiều trong vũ trụ. Các ý tưởng này đều mang tính cách mạng, nói một cách khiêm tốn là như vậy. Sự tồn tại của các ngôi sao neutron chỉ được xác nhận sau 34 năm kể từ đó. Các khái niệm tia vũ trụ, dù rất hợp lý, nhưng vẫn chưa được kiểm chứng. Đồng thời, bản tóm tắt này, theo nhà vật lý thiên văn của Học viện Công nghệ California, Kip S. Thorne, là "một trong những lời tiên tri trong lịch sử của hai ngành vật lý và thiên văn học."

Điều thú vị là, Zwicky hầu như không hiểu tại sao những hiện tượng này lại xảy ra. Theo Thorne, "ông không hiểu các quy luật vật lý đủ rõ để chứng minh cho các ý tưởng của mình". Tài năng của Zwicky là đưa ra các ý tưởng lớn. Những người khác – thường là Baade – sẽ phải đảm đương các phần tính toán kèm theo.

Zwicky cũng là người đầu tiên nhận thấy rằng gần như không có đủ trọng lực để kết dính các thiên hà với nhau, vì thế phải tồn tại loại ảnh hưởng hấp dẫn khác – thứ mà ngày nay chúng ta gọi là vật chất tối. Ông không nhận thấy rằng nếu một ngôi sao thu nhỏ đủ để ánh sáng không thể thoát ra khỏi lực hấp dẫn khủng khiếp của nó, chúng ta sẽ có một lỗ đen. Không may là, do hầu hết đồng nghiệp đều có thái độ khinh thị ông, nên những ý tưởng này không thu hút được sự chú ý của ai. Năm năm sau, khi Robert Oppenheimer vĩ đại bắt đầu chú ý tới các ngôi sao neutron trong một bài viết nổi bật, nhưng ông không hề trích dẫn chút nào công trình của Zwicky, dù Zwicky đã dành nhiều năm để nghiên cứu về vấn đề này ở một văn phòng ngay cuối hành lang. Những lý giải

của Zwicky về vật chất tối không được chú ý cho đến gần bốn thập kỷ sau. Chúng ta chỉ có thể đoán rằng ông đã phải chống đẩy rất nhiều trong khoảng thời gian này.

Điều bất ngờ là khi định khám phá bầu trời, chúng ta mới nhận ra mình biết ít về vũ trụ đến nhường nào. Nếu nhìn từ Trái Đất bằng mắt thường, chúng ta sẽ chỉ nhìn thấy khoảng 6.000 ngôi sao, và từ một điểm bất kỳ, con số này vào khoảng 2.000. Với ống nhòm, số các ngôi sao mà bạn có thể nhìn thấy từ một điểm sẽ tăng lên tới khoảng 50.000, còn với một chiếc kính viễn vọng 2in.[1] nhỏ, con số này lên đến 300.000. Với một chiếc kính viễn vọng 16 in., như chiếc mà Evans sử dụng, bạn bắt đầu không còn đếm các vì sao mà là các thiên hà. Từ sân thượng nhà mình, Evans cho rằng ông có thể nhìn thấy từ 50.000 cho tới 100.0000 thiên hà, trong đó mỗi thiên hà bao gồm hàng chục tỷ ngôi sao. Tất nhiên đây là những con số đáng nể, mặc dù vậy, các siêu tân tinh vẫn cực kỳ hiếm. Một ngôi sao có thể sáng suốt hàng tỷ năm, nhưng nó sẽ chết chỉ một lần và rất nhanh, chỉ vài ngôi sao sẽ phát nổ khi chết. Hầu hết chúng đều lụi tàn lặng lẽ như một đám lửa trại lúc bình minh. Trong một thiên hà điển hình, gồm hàng trăm tỷ ngôi sao, một siêu tân tinh sẽ xuất hiện một lần sau khoảng 200 đến 300 năm. Tìm kiếm một siêu tân tinh, vì vậy, phần nào giống như việc đứng trên đài quan sát của tòa nhà Empire State và dùng một chiếc kính viễn vọng rà khắp cửa sổ các nhà ở khu Manhattan với hy vọng bắt gặp ai đó đang thắp nến mừng sinh nhật lần thứ 21.

---

1. 1inch (1in) = 2,54cm.

Vì thế, khi một linh mục ăn nói nhỏ nhẹ và luôn tràn đầy hy vọng liên lạc để hỏi xem liệu họ có sơ đồ phân bố khu vực nào sử dụng được để săn siêu tân tinh hay không, cộng đồng thiên văn học nghĩ hẳn là ông bị mất trí. Khi đó, Evans sở hữu một chiếc kính viễn vọng 10in – một kích cỡ đáng nể cho việc ngắm sao nghiệp dư, nhưng không phải loại có thể giúp người ta nghiên cứu thiên văn học nghiêm túc – mà ông còn đang định tìm kiếm một trong những hiện tượng rất hiếm thấy của vũ trụ. Trong suốt lịch sử thiên văn học trước khi Evans bắt đầu tìm kiếm vào năm 1980, có chưa đến 60 siêu tân tinh được phát hiện. (Tại thời điểm tôi tới thăm ông vào tháng Tám năm 2001, ông vừa đạt mốc siêu tân tinh số 34 do chính ông phát hiện ra; ba tháng sau đó là siêu tân tinh số 35, và đầu năm 2003 là siêu tân tinh số 36).

Tuy nhiên, Evans có một số lợi thế nhất định. Hầu hết những

người quan sát, đa số nói chung, đều ở bán cầu bắc, vì thế Evans có một khoảng trời riêng rộng rãi cho mình, đặc biệt lại là người đầu tiên. Ông cũng có ưu thế về tốc độ sắp xếp công cụ thiên văn và một trí nhớ kì lạ. Những chiếc kính thiên văn lớn đều cồng kềnh, và phần lớn thời gian vận hành chúng là để đưa chúng vào vị trí. Evans có thể xoay chiếc kính viễn vọng nhỏ cỡ 16in. của mình như một khẩu súng ngắm trong chưa đến hai giây, và hướng nó vào bất cứ đâu trên bầu trời. Nhờ đó, ông có thể quan sát khoảng 400 thiên hà trong một buổi tối, trong khi những chiếc kính thiên văn chuyên nghiệp may ra thì quan sát được từ 50 tới 60 thiên hà.

Tìm kiếm siêu tân tinh gần như đồng nghĩa với việc không bao giờ tìm thấy chúng. Từ năm 1980 tới năm 1996, mỗi năm ông có khoảng hai phát hiện – không phải là một thành quả lớn cho hàng trăm đêm mải miết tìm kiếm. Có lần, ông đã tìm thấy ba siêu tân tinh trong vòng 15 ngày, nhưng ông có khi mất ba năm mà chẳng tìm thấy gì.

"Thật ra việc không tìm thấy gì cũng có giá trị nhất định," ông nói. "Nó giúp những nhà thiên văn học tính được mức độ biến đổi của các thiên hà. Đây là một trong những lĩnh vực hiếm hoi nơi mà sự thiếu vắng bằng chứng lại *chính là* bằng chứng."

Trên chiếc bàn bên cạnh kính viễn vọng là một tập ảnh và bài báo liên quan tới công việc mà ông theo đuổi, ông đã cho tôi xem vài tấm trong đó. Nếu đã từng lướt qua những ấn bản nổi tiếng về thiên văn học, mà đến một lúc nào đó bạn sẽ như thế, bạn sẽ biết rằng nhìn chung chúng đầy ắp những hình ảnh rực rỡ của những tinh vân xa xôi và những đám mây được chiếu rọi như trong truyện cổ tích bằng thứ ánh sáng lộng lẫy và sống động nhất. Những bức ảnh về công việc của Evans không giống vậy chút nào. Chúng chỉ là những bức ảnh đen trắng nhòe nhoẹt với một vài điểm có quầng sáng. Một trong những bức ông chỉ cho tôi là hình ảnh một chòm sao với thứ ánh sáng mờ nhạt ẩn khuất đến mức tôi phải ghé sát mặt vào mới phân biệt được. Evans nói với tôi rằng đây là một ngôi sao trong chòm sao Fornax thuộc thiên hà được giới thiên văn ký hiệu là NGC1365 (NGC là viết tắt của Danh mục chung mới – New General Catalogue, nơi chúng được ghi chép lại. Trước kia, đó là một cuốn sách dày trên bàn của ai đó tại Dublin; còn ngày nay, khỏi cần phải nói, nó là một cơ sở dữ liệu). Trong 60 triệu năm, ánh sáng từ sự sụp đổ ngoạn mục của ngôi sao này đã chu du không ngừng qua không gian, cho đến một đêm tháng Tư năm 2001, nó tới Trái Đất dưới dạng một luồng hào quang, nguồn sáng nhỏ nhất trên bầu trời đêm. Tất nhiên, chính

Robert Evans, từ nơi sườn đồi ngát mùi bạch đàn, là người đã phát hiện ra nó.

"Những điều ấy làm tôi rất vui lòng," Evans nói, "khi nghĩ tới việc ánh sáng phải chu du hàng triệu năm trong vũ trụ và chính vào thời điểm nó tới Trái Đất, có ai đó nhìn lên đúng khoảng trời đó và thấy nó. Đúng là một sự kiện trọng đại cần có người chứng kiến." Các siêu tân tinh làm được nhiều hơn việc chỉ đem lại cảm giác về sự kỳ diệu. Chúng xuất hiện dưới một vài dạng khác nhau (một trong số đó được Evans phát hiện), và trong số này, có một loại đặc biệt được gọi là siêu tân tinh Ia, có ý nghĩa rất quan trọng với thiên văn học bởi các siêu tân tinh này luôn nổ theo cùng một cách, với cùng một khối lượng tới hạn [khoảng 1.38 lần khối lượng mặt trời]. Vì thế, chúng có thể được gọi là những "ngọn nến tiêu chuẩn" – được sử dụng làm chuẩn mực để đo độ sáng (nghĩa là cả khoảng cách tương đối) của các ngôi sao khác và để đo độ giãn nở của vũ trụ.

Vào năm 1987, Saul Perlmutter tại phòng thí nghiệm Lawrence Berkeley, California, người đang cần nhiều thông tin về siêu tân tinh Ia hơn những gì các quan sát thực tế lúc đó có thể cung cấp, đã bắt đầu tìm kiếm một cách có hệ thống hơn để phát hiện ra chúng. Perlmutter thiết lập một hệ thống hiện đại sử dụng máy tính và các thiết bị tích điện kép [Charge-Coupled Device – CCD] tinh vi – mà về cơ bản, đó là các máy ảnh kỹ thuật số chất lượng cao. Hệ thống này tự động săn tìm siêu tân tinh. Các kính thiên văn giờ đây có thể chụp hàng nghìn bức ảnh và để máy tính tìm ra những điểm cho thấy một vụ nổ siêu tân tinh. Trong 5 năm, với công nghệ mới, Perlmutter và các đồng nghiệp tại Berkeley đã tìm thấy 42 siêu tân tinh. Giờ đây, ngay cả những người không chuyên cũng có thể sử dụng thiết bị tích điện kép để tìm kiếm siêu tân tinh. "Với một CCD, bạn có thể hướng kính viễn vọng lên trời và đi xem ti-vi," Evans nói với đôi chút chán nản. "Nó khiến việc này mất hết cả lãng mạn."

Tôi hỏi ông liệu ông có định áp dụng công nghệ mới này không. "Ồ, không," ông nói, "Tôi quá yêu thích cách làm của mình. Bên cạnh đó," – ông gật gù nhìn bức ảnh chụp siêu tân tinh mới nhất của mình và mỉm cười – "đôi lúc tôi vẫn có thể thắng họ."

Câu hỏi xuất hiện một cách tự nhiên là: điều gì sẽ xảy ra nếu một ngôi sao nổ ngay gần chúng ta? Hàng xóm gần nhất của chúng ta, như chúng ta đã biết, là Alpha Centauri, cách chúng ta 4,3 năm ánh sáng. Tôi tưởng tượng rằng nếu ở đó xảy ra một vụ nổ, thì sẽ phải mất 4,3 năm chúng ta mới nhìn thấy ánh sáng của sự kiện

trọng đại này xẹt qua bầu trời như một chiếc hộp khổng lồ bung nắp. sẽ như thế nào nếu chúng ta có 4 năm 4 tháng để chờ một số phận không tránh khỏi đổ ụp xuống đầu, biết rằng cuối cùng chuyện đó nhất định sẽ xảy ra, và khiến tất cả chúng ta tan xương nát thịt? Liệu mọi người có còn đi làm? Liệu nông dân có còn trồng cấy? Và liệu còn ai mang lương thực tới các cửa hàng?

Nhiều tuần sau, ở thị trấn vùng New Hampshire, nơi tôi sống khi đó, tôi đã đặt câu hỏi này cho John Thorstensen, một nhà thiên văn học ở Dartmouth College. "Ồ không," ông vừa nói vừa cười lớn. "Tin tức về một sự kiện như thế sẽ truyền đi với tốc độ ánh sáng và mức độ tàn phá của nó cũng như vậy, nghĩa là mọi người sẽ biết về nó và chết vì nó trong cùng một khoảnh khắc. Nhưng đừng lo, bởi chuyện đó sẽ không bao giờ xảy ra."

Để một vụ nổ siêu tân tinh có thể giết được bạn, ông giải thích, bạn phải ở vị trí "rất rất gần nó" – nghĩa là cách 10 năm ánh sáng. "Mối đe dọa sẽ đến từ các loại bức xạ – chẳng hạn các tia vũ trụ." Chúng sẽ tạo ra các cực quang vô cùng lớn, và những bức màn ánh sáng ma quái sẽ tràn ngập bầu trời. Điều này không có gì tốt đẹp cả. Bất cứ thứ gì đủ khả năng tạo ra buổi trình diễn đó cũng có thể thổi bay từ quyển, lớp vỏ khí vẫn luôn bảo vệ Trái Đất khỏi các tia cực tím và các cuộc tấn công khác đến từ vũ trụ. Nếu mất đi từ quyển, bất cứ ai không may bước ra ngoài ánh sáng mặt trời sẽ lập tức có một làn da giống như một chiếc pizza bị nướng cháy.

"Lý do để chúng ta có thể tin chắc rằng một sự kiện như vậy sẽ không xảy ra trong vùng thiên hà của mình," Thorstensen nói, "là vì trước hết phải có một loại ngôi sao đặc biệt mới có thể tạo ra một siêu tân tinh. Một ngôi sao kiểu này phải có kích thước gấp từ 10 đến 20 lần Mặt Trời của chúng ta, mà chúng ta hiện không thấy có thứ gì đạt đến kích thước yêu cầu đó ở khoảng cách gần như vậy. May mắn thay, vũ trụ thật rộng lớn." Ứng cử viên tiềm năng nhất là Betelgeuse, vì những tiếng phù phù của nó suốt nhiều năm nay cho thấy hẳn là có điều bất ổn thú vị nào đó đang xảy ra với nó. Tuy nhiên, Betelgeuse cách chúng ta tận 15.000 năm ánh sáng.

Theo những gì được ghi ghép lại, chỉ có khoảng vài lần các siêu tân tinh ở đủ gần để chúng ta có thể nhìn thấy bằng mắt thường. Một là vụ nổ năm 1054, tạo ra tinh vân Crab. Một trường hợp khác xảy ra vào năm 1604 đã tạo ra một ngôi sao đủ sáng để có thể nhìn thấy vào ban ngày trong suốt ba tuần. Trường hợp gần đây nhất là vào năm 1987, khi một siêu tân tinh lóe sáng ở một vùng trong vũ trụ được biết đến với cái tên Đám Mây Megallan Lớn,

song chỉ có thể nhìn thấy lờ mờ từ Bán cầu Nam – và nó có khoảng cách an toàn với chúng ta, tới 169.000 năm ánh sáng.

Các siêu tân tinh rất quan trọng với chúng ta. Nếu không có chúng, chúng ta đã không ở đây. Bạn còn nhớ câu hỏi hóc búa ở phần cuối chương 1 chứ? Đó là vụ nổ Big Bang tạo ra rất nhiều các loại khí nhẹ nhưng không có các nguyên tố nặng. Chúng tới sau, nhưng trong một thời gian rất dài không ai biết được chúng đến sau *như thế nào*. Vấn đề là bạn cần thứ gì đó thật nóng – nóng hơn cả lõi của những ngôi sao nóng nhất – để ép cácbon thành sắt và các nguyên tố khác, mà nếu thiếu chúng, chúng ta sẽ có một thế giới phi vật chất buồn bã. Các siêu tân tinh đã đem lại câu trả lời và chính một nhà thiên văn học người Anh có tính cách lập dị không khác gì Fritz Zwicky đã tìm ra.

Ông là Fred Hoyle, sinh ra ở Yorkshire. Khi qua đời năm 2001, ông được mô tả trong cáo phó trên tạp chí *Nature* là một "nhà thiên văn học và người gây tranh cãi", và chắc chắn trong ông tồn tại cả hai con người này. Theo mẩu cáo phó này, ông "tham gia những cuộc tranh cãi gần như suốt cuộc đời mình" và "để tên mình dính vào nhiều thứ rác rưởi." Chẳng hạn, ông kết tội một cách vô căn cứ rằng hóa thạch chim thủy tổ, bảo bối của Bảo tàng Lịch sử Quốc gia, là đồ giả. Điều này khiến các nhà cổ sinh vật học của bảo tàng nổi giận vì phải trả lời điện thoại của các nhà báo trên toàn thế giới. Ông cũng tin rằng Trái Đất được gieo mầm từ vũ trụ không chỉ bằng sự sống mà cả các bệnh tật, chẳng hạn cúm và dịch hạch, có lần còn đưa ra ý tưởng rằng con người tiến hóa với lỗ mũi hướng xuống để tránh các tác nhân gây bệnh từ vũ trụ rơi vào.

Ông cũng chính là người đã đưa ra thuật ngữ Big Bang trong một lần bông đùa trên sóng phát thanh vào năm 1952. Ông chỉ ra rằng hiểu biết của chúng ta về vật lý không đủ để giải thích tại sao vạn vật sau khi tụ hội về một điểm bỗng nở phình một cách dữ dội. Hoyle ủng hộ một lý thuyết về trạng thái bền vững, trong đó vũ trụ không ngừng giãn nở và tạo ra các vật chất mới trong quá trình đó. Hoyle cũng nhận ra rằng nếu các ngôi sao phát nổ, chúng sẽ tạo ra một nhiệt lượng khổng lồ – 100 triệu độ hoặc hơn, đủ để bắt đầu tạo ra các nguyên tố nặng hơn trong một quá trình được gọi là tổng hợp hạt nhân. Vào năm 1957, trong khi làm việc với những người khác, Hoyle đã chỉ ra cách những nguyên tố nặng hơn được tạo ra trong các vụ nổ siêu tân tinh. Nhờ công trình này, W. A. Fowler, một trong các cộng sự của ông, đã được trao giải Nobel. Còn Hoyle, thật đáng tiếc, không nhận được gì.

Theo lý thuyết của Hoyle, một ngôi sao phát nổ sẽ tạo ra nhiệt

lượng đủ để tạo ra các nguyên tố mới và thổi tung chúng vào vũ trụ, nơi chúng sẽ cấu thành các đám mây thể khí – hay còn được gọi là những đám bụi vũ trụ – và cuối cùng có thể hợp nhất thành các hệ Mặt Trời mới. Với các lý thuyết mới, dường như cuối cùng chúng ta đã có thể xây dựng những bối cảnh hợp lý chỉ ra tại sao chúng ta lại có mặt tại đây. Điều mà hiện nay chúng ta nghĩ rằng mình biết là:

Khoảng 4,6 tỷ năm trước, một xoáy khí và bụi khổng lồ với bề rộng khoảng 24 tỷ km đã tích tụ trong vũ trụ nơi chúng ta đang sống và bắt đầu tổ hợp lại. Gần như tất cả – 99,9% khối lượng của hệ Mặt Trời – được dùng để tạo ra Mặt Trời. Từ những nguyên liệu trôi nổi còn sót lại, có hai hạt nhỏ trôi tới gần nhau đủ để bị kết hợp bởi các lực tĩnh điện. Đây là thời điểm hành tinh của chúng ta được thai nghén. Trên khắp hệ Mặt Trời lúc đó, điều tương tự đã xảy ra. Các hạt bụi đâm vào nhau tạo thành các khối lớn hơn. Cuối cùng, các khối này đủ lớn để được gọi là các tiểu hành tinh. Vì không ngừng đâm va, chúng bị đứt gãy, tách lìa hoặc tái kết hợp theo vô số cách hoán vị ngẫu nhiên, nhưng trong mỗi lần đối đầu sẽ có một kẻ chiến thắng, và một vài trong số những kẻ chiến thắng đó đủ lớn để chiếm lĩnh quỹ đạo mà chúng xoay quanh. Tất cả xảy ra rất nhanh. Để từ một đám bụi trở thành một tiểu hành tinh với đường kính hàng trăm kilômét, theo tính toán chỉ mất khoảng vài chục nghìn năm. Chỉ trong 200 triệu năm hoặc ít hơn, Trái Đất về cơ bản đã hình thành, cho dù vẫn còn nóng chảy và chịu sự bắn phá liên tục của các mảnh vỡ vẫn đang trôi nổi xung quanh.

Tại thời điểm này, khoảng 4,4 tỷ năm trước, một vật thể có kích thước bằng sao Hỏa đã đâm vào Trái Đất, và thổi bay một lượng vật chất đủ để tạo thành một khối cầu đồng hành, đó chính là Mặt Trăng. Người ta cho rằng trong nhiều tuần, các vật chất bị bắn ra đã hợp nhất để tạo thành một khối, nó đã trở thành khối cầu đá đồng hành với chúng ta cho tới nay chỉ trong một năm. Hầu hết các vật chất của Mặt Trăng được cho là từ phần vỏ của Trái Đất chứ không phải phần lõi, nên Mặt Trăng có rất ít sắt trong khi Trái Đất lại có rất nhiều. Lý thuyết này, rất tình cờ, tuy có vẻ mới mẻ, nhưng thực ra đã được giáo sư Reginald Daly của Đại học Harvard đưa ra lần đầu từ những năm 1940. Điều mới mẻ duy nhất là gần đây người ta mới chú ý tới nó.

Khi Trái Đất chỉ bằng khoảng một phần ba kích thước hiện nay của nó, có thể nó đã bắt đầu hình thành khí quyển, chủ yếu bao gồm cácbon điôxít, nitơ, mêtan và lưu huỳnh. Đó không phải là những nguyên tố cần cho sự sống, nhưng chính từ hỗn hợp độc

hại này, sự sống đã hình thành. Cacbon điôxít là loại khí gây hiệu ứng nhà kính cực mạnh. Đây lại là một điều tốt bởi khi đó Mặt Trời rất yếu. Nếu không có hiệu ứng nhà kính, thì Trái Đất có thể đã bị đóng băng vĩnh viễn, và sự sống chẳng bao giờ có cơ hội đặt chân tới đây.

Trong khoảng 500 triệu năm tiếp theo, Trái Đất non trẻ liên tục bị tấn công bởi các sao chổi, thiên thạch và các mảnh vỡ thiên hà khác, nhờ đó chúng ta có nước để lấp đầy các đại dương, có các thành phần cần thiết để tạo ra sự sống, và nhờ đó sự sống vẫn đang tiếp diễn. Như thể một vài chiếc túi nhỏ đựng hóa chất bỗng dưng bị lắc mạnh và trở nên sinh động. Hành trình của chúng ta bắt đầu từ đây.

Bốn tỷ năm sau, loài người bắt đầu đặt câu hỏi về cách thức mọi thứ đã xảy ra. Đó cũng là điểm tiếp theo mà câu chuyện này dẫn chúng ta tới.

PHẦN II
KÍCH THƯỚC CỦA TRÁI ĐẤT

Tự nhiên và các quy luật của Tự nhiên ẩn mình trong đêm tối;
Chúa đã nói, để đó cho Newton! Và tất cả đều sáng tỏ.

Alexander Pope, "Văn bia dành cho Ngài Isacc Newton"

04
Đo lường vạn vật

Chuyến thực địa tệ hại nhất của Học viện Khoa học Hoàng gia Pháp là cuộc thám hiểm Peru vào năm 1735. Dẫn đầu đoàn là nhà thủy văn Pierre Bouguer và một người lính, cũng là một nhà toán học, Charles Marie de La Condamine; đó là một nhóm các nhà khoa học và các nhà thám hiểm tới Peru với mục đích lập lưới tam giác các khoảng cách xuyên dãy Andes.

Tại thời điểm đó, mọi người đã bị thôi thúc bởi mong muốn mạnh mẽ về việc tìm hiểu Trái Đất – xác định độ tuổi, trọng lượng, để xem nó được treo vào đâu trong vũ trụ và đã hình thành ra sao. Mục đích của nhóm người Pháp này là giúp trả lời câu hỏi về chu vi của hành tinh bằng việc đo chiều dài của một độ kinh tuyến (hay 1/360 độ dài của khoảng cách vòng quanh Trái Đất) dọc theo một đường kéo dài từ Yarouqui, một nơi gần Quito, tới ngay gần

Cuenca, ngày nay là Ecuador, tức là khoảng 320km.[1]

---

[1]· Lập lưới tam giác là một kỹ thuật thông dụng dựa trên nguyên tắc hình học: nếu bạn biết độ dài một cạnh và độ lớn của hai góc, bạn có thể biết được độ dài của các cạnh còn lại mà không cần rời khỏi ghế. Giả sử tôi và bạn muốn biết khoảng cách từ Trái Đất tới Mặt Trăng. Sử dụng phương pháp này, việc đầu tiên chúng ta phải làm là tạo ra một khoảng cách nhất định giữa chúng ta; hãy giả sử bạn ở lại Paris còn tôi tới Moscow và chúng ta nhìn lên Mặt Trăng cùng lúc. Bây giờ bạn hãy tưởng tượng nối ba điểm này lại – tôi, bạn và Mặt Trăng – ta sẽ có một tam giác. Hãy đo khoảng cách giữa tôi, bạn và độ lớn của các góc nơi chúng ta đang đứng, thì các cạnh còn lại có thể tính dễ dàng (bởi tổng các góc bên trong của một tam giác luôn bằng 180 độ, nếu biết tổng của hai góc, thì lập tức, bạn có thể tính được góc thứ ba; và việc biết hình dáng chính xác của một tam giác và độ dài của một cạnh sẽ cho bạn biết độ dài của các cạnh còn lại). Đây thực chất là phương pháp đã được một nhà thiên văn học người Hy Lạp sử dụng. Hipparchus người xứ Nicaea, từ năm 150 TCN đã tính toán được khoảng cách từ Trái Đất tới Mặt Trăng. Trên mặt đất, các nguyên tắc của phương pháp lập lưới tam giác vẫn như vậy, ngoại trừ việc các tam giác không vươn tới vũ trụ mà được đặt trên một tấm bản đồ. Để đo một độ kinh tuyến, các nhà nghiên cứu sẽ lập ra một chuỗi các tam giác xếp ngang trên mặt đất.

Gần như lập tức, mọi thứ bắt đầu sai hướng. Tại Quito, các vị khách đã chọc giận những người dân địa phương và bị đuổi khỏi nơi này bởi một đám đông được vũ trang bằng đá. Ngay sau đó, thầy thuốc của đoàn viễn thám bị sát hại do hiểu lầm về một phụ nữ. Nhà sinh vật học trở nên rối trí. Những người khác chết vì sốt hay ngã. Thành viên cao cấp thứ ba của đoàn, một người đàn ông tên là Jean Godin đã bỏ đi với một cô bé 13 tuổi và không bao giờ trở lại.

Có lúc đoàn đã phải dừng công việc trong 8 tháng khi La Condamine tới Lima để giải quyết vấn đề về giấy phép của họ. Cuối cùng, ông và Bouguer không tìm được tiếng nói chung và từ chối làm việc cùng nhau. Khi đoàn ngày càng ít người này đi qua bất cứ đâu, họ đều bị phía giới chức địa phương nghi ngờ, vì không ai tin rằng một nhóm các nhà khoa học người Pháp lại đi nửa vòng thế giới để đo đạc Trái Đất. Điều đó hoàn toàn phi lý. Hai thế kỷ rưỡi sau đó, mối hoài nghi này dường như vẫn có cơ sở. Tại sao người Pháp không đo đạc tại chính nước mình để tránh những sự phức tạp và vất vả mà họ gặp phải trong chuyến phiêu lưu tới Nam Mỹ?

Câu trả lời một phần nằm ở sự thật rằng các nhà khoa học thế kỷ XVIII, đặc biệt là người Pháp, ít khi làm những điều đơn giản nếu có sẵn một phương án thay thế với mức độ khó khăn đến mức ngớ

ngẩn; phần còn lại của câu trả lời là về một vấn đề thực tiễn do một nhà thiên văn học người Anh là Edmond Halley đề ra nhiều năm trước khi Bouguer và La Condamine mơ tới việc đi Nam Mỹ, và ông có lý do để làm điều đó.

Halley là một nhân vật xuất chúng. Trong suốt sự nghiệp rất dài và nhiều thành quả của mình, ông từng là một thuyền trưởng, một chuyên gia bản đồ, một giáo sư hình học tại đại học, cấp phó phụ trách xưởng đúc tiền Hoàng gia, một nhà thiên văn học hoàng gia và là người phát minh ra chuông lặn biển. Ông có những tác phẩm đầy quyền uy về từ học, thủy triều, sự vận hành của các hành tinh và cả về ảnh hưởng của thuốc phiện. Ông sáng chế ra bản đồ thời tiết và bảng tính độ rủi ro, cũng chính ông đề xuất phương pháp xác định tuổi Trái Đất và khoảng cách tới Mặt Trời, thậm chí ônng còn nghĩ ra một cách thức rất thực tế để giữ cá luôn tươi ngon dù trái mùa. Thứ duy nhất ông không phát hiện ra là ngôi sao chổi mang tên mình. Ông chỉ đơn giản nhận ra sao chổi ông nhìn thấy vào năm 1682 cũng chính là ngôi sao chổi đã xuất hiện vào các năm 1456, 1531 và 1607. Mãi đến năm 1758, nó mang tên sao chổi Halley, khoảng 16 năm sau khi ông qua đời.

Tuy nhiên, trong số những thành tựu này, đóng góp lớn nhất của Halley vào kho tri thức của nhân loại có lẽ là việc tham gia một cuộc đánh cược khoa học khiêm tốn với hai nhân vật khả kính cùng thời: Robert Hooke, mà ngày nay ông được nhớ đến nhất như là người đầu tiên mô tả cấu tạo của tế bào, và Ngài Christopher Wren vĩ đại, oai vệ, trước hết là một nhà thiên văn học và kế đến mới là một kiến trúc sư, dù điều đó hiện nay ít được biết đến. Năm 1683, Halley, Hooke và Wren đang ăn tối ở London khi cuộc trò chuyện chuyển sang đề tài về sự vận động của các thiên thể. Người ta đã biết rằng các hành tinh có xu hướng chuyển động theo một quỹ đạo hình ôvan đặc thù được biết với tên gọi là hình elip – "một đường cong rất chính xác và chi tiết," dẫn lời của Richard Feynman – nhưng không ai hiểu được nguyên nhân. Wren đã hào phóng đề xuất một giải thưởng trị giá 40 si-linh[1] (tương đương với tiền công của hai tuần làm việc) cho bất cứ ai trong số họ tìm ra được lời giải.

---

[1]. *Đơn vị tiền Anh cổ.*

Hooke, vốn nổi tiếng hay cướp công những ý tưởng có thể không phải của mình, tuyên bố rằng mình đã giải quyết được vấn đề nhưng từ chối chia sẻ nó với lí do hết sức sáng tạo và thú vị là điều

đó sẽ khiến những người khác mất đi niềm hào hứng đi tìm câu trả lời cho chính họ. Ông sẽ "giấu kín nó một thời gian đủ để những người khác có thể tìm ra đáp án." Không có bằng chứng nào cho thấy ông suy nghĩ gì thêm về vấn đề này. Tuy nhiên, Halley lại bỏ ra rất nhiều công sức đi tìm câu trả lời, đến mức năm sau đó ông đã tới tận Cambridge và mạnh dạn liên hệ với giáo sư toán học Lucasian, Isaac Newton, với hy vọng được hỗ trợ.

Newton đúng là một nhân vật kì lạ – thông minh tuyệt đỉnh nhưng đơn độc, dễ nổi cáu đến mức hoang tưởng, nổi tiếng đãng trí (ngay khi thò chân khỏi giường mỗi sáng, có lúc ông ngồi bất động hàng giờ để đuổi theo những dòng suy nghĩ đột nhiên xuất hiện trong đầu), và có thể làm được những điều kì lạ mê hoặc nhất. Ông tự xây dựng phòng thí nghiệm cho mình, đầu tiên là ở Cambridge, và sau đó đã tiến hành các thử nghiệm dị thường nhất. Có lần ông đã dùng một cây trâm – một loại kim dài dùng để may da – và xoay nó trong hốc mắt, phần "giữa mắt tôi và phần xương gần với đáy mắt nhất" chỉ để xem điều gì sẽ xảy ra. Điều kỳ diệu chính là không có gì xảy ra cả. Một lần khác, ông đã nhìn vào Mặt Trời lâu nhất có thể nhằm xác định tác động của nó với thị lực. Một lần nữa, ông tránh được tổn hại lâu dài, dù phải mất vài ngày để đôi mắt trở lại bình thường.

Trên hết, những niềm tin kỳ lạ và những nét tính cách kỳ quặc này lại thuộc về trí tuệ của một thiên tài siêu việt – ngay cả khi làm việc theo các phương thức thông thường, ông cũng có xu hướng trở nên đặc biệt. Khi còn là sinh viên, do thất vọng trước giới hạn của toán học truyền thống, ông đã sáng tạo ra một hình thức mới cho riêng mình, đó là toán cao cấp, nhưng không nói với ai về điều này trong suốt 27 năm. Tương tự, những nghiên cứu của ông trong lĩnh vực quang học đã đặt nền móng cho khoa học quang phổ, và ông cũng không công bố kết quả trong ba thập kỷ.

Với tất cả sự thông tuệ của mình, khoa học theo đúng nghĩa của nó chỉ là một phần trong những đam mê của ông. Ít nhất một nửa cuộc đời làm việc của ông là dành cho giả kim thuật và các đam mê tôn giáo bất thường. Đây không chỉ là sự học đòi mà là niềm đam mê thật sự của Newton. Ông tham gia một dị giáo được gọi là dòng tu Arian, giáo lý chính của họ là Đức tin không có Thiên Chúa Ba Ngôi (hơi mỉa mai, bởi tên trường nơi Newton làm việc tại Đại học Cambridge mang đúng tên này – Trinity). Ông dành rất nhiều thời gian nghiên cứu về Đền thờ Vua Solomon ở Jerusalem (trong quá trình này ông đã tự học tiếng Hebrew, bởi tốt hơn là nên đọc các văn bản gốc) với niềm tin rằng nó lưu giữ những tư liệu toán học về thời điểm Chúa xuất hiện lần thứ hai và

về ngày tận thế. Ông tham gia giới giả kim thuật rất nhiệt thành. Năm 1936, nhà kinh tế học John Maynard Keynes đã mua được một chiếc rương đựng các tài liệu của Newton trong một cuộc đấu giá, và kinh ngạc phát hiện rằng chúng không chỉ chứa đầy các nghiên cứu quang học và sự vận động của các hành tinh, mà còn có cả những nỗ lực đơn độc nhằm biến kim loại cơ bản thành quý kim. Khi phân tích một sợi tóc của Newton vào thập kỷ 1970, người ta tìm thấy thủy ngân – một nguyên tố thú vị đối với các nhà giả kim thuật – với nồng độ cao gấp 40 lần mức bình thường. Có lẽ đó là nguyên nhân khiến ông quên mất phải thức dậy vào buổi sáng.

Điều Halley mong nhận được từ Newton khi thực hiện chuyến viếng thăm bất ngờ vào tháng Tám năm 1684 thì chúng ta chỉ có thể suy đoán. Nhưng qua lời thuật lại sau này của Abraham DeMoivre, một người bạn thân của Newton, chúng ta có thể hình dung lại một trong những cuộc gặp mang tính lịch sử này:

> *Năm 1684, tiến sĩ Halley tới thăm Cambridge [và] sau khi họ gặp nhau ít phút, tiến sĩ đã hỏi ông rằng ông nghĩ đường cong do các hành tinh tạo ra sẽ như thế nào nếu lực hấp dẫn về phía Mặt Trời tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách tới chúng.*

Điều này có liên quan một chút tới toán học và được gọi là quy luật bình phương nghịch đảo mà Halley tin là trọng tâm của cách lý giải, dù ông không dám chắc chắc.

> *Ngài Isaac đáp ngay lập tức rằng đó là một hình [e–líp]. Ông tiến sĩ, quá choáng váng vì vui sướng và kinh ngạc, đã hỏi ông tại sao Ngài biết điều đó. "Tại sao ư," Ngài nói, "Tôi đã tính toán ra," và thế là tiến sĩ Halley đã hỏi Ngài về phép tính toán không chút chần chừ. Ngài Issac tìm kiếm trong đám giấy tờ nhưng không tìm ra nó.*

Thật đáng kinh ngạc – như thể ai đó nói rằng anh ta đã tìm ra cách chữa bệnh ung thư nhưng không nhớ mình để phương thuốc ở đâu. Do Halley thúc hối, Newton đồng ý sẽ làm lại các phép tính và viết thành một tài liệu. Ông đã giữ đúng lời hứa, thậm chí là hơn thế. Ông dành hai năm miệt mài suy nghĩ và tốc ký, để cuối cùng cho ra đời kiệt tác *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* [tạm dịch: *Nguyên tắc Toán học trong Vạn vật học*], thường được biết đến với cái tên *Nguyên tắc Toán học*.

Đôi lần trong lịch sử, trí óc con người có thể đưa ra những quan sát sắc bén và bất ngờ đến mức người ta không biết điều gì tuyệt

vời hơn – sự vật, hiện tượng hay bản thân tư duy về chúng. Sự xuất hiện của cuốn *Nguyên tắc Toán học* là một trong những khoảnh khắc như thế. Nó khiến Newton lập tức trở nên nổi tiếng. Suốt phần đời còn lại, ông được trọng thị và sống trong vinh quang, trở thành người đầu tiên trong số nhiều người Anh được phong tước hiệp sĩ nhờ những đóng góp về mặt khoa học của mình. Ngay cả nhà toán học vĩ đại người Đức Gottfried von Leibniz, người đã tranh cãi dai dẳng và gay gắt với Newton về việc ai tìm ra phép tính trước, cũng phải thừa nhận rằng đóng góp của ông cho toán học bằng mọi thành tựu trước đó trong lĩnh vực này cộng lại. "Không kẻ phàm nào có thể đến gần thánh thần hơn thế," câu nói đầy xúc cảm này của Halley đã được vô số người cùng thời và hậu thế nhắc lại khi nói về Newton.

Dù *Nguyên tắc Toán học* được xem là "một trong những cuốn sách khó hiểu nhất từng được viết ra" (Newton chủ ý khiến nó vô cùng khó hiểu để tránh bị quấy rầy bởi những ai có hiểu biết "nông cạn về toán học", như cách mà ông gọi họ), nó thật sự là biển chỉ đường đối với những ai theo sau nó. Cuốn sách không chỉ lấy toán học để giải thích cho quỹ đạo của các thiên thể, mà còn xác định loại lực khiến chúng di chuyển như vậy – trọng lực. Bỗng nhiên, mọi chuyển động trong vũ trụ đều trở nên có ý nghĩa.

Trung tâm của *Nguyên tắc Toán học* là ba định luật Newton về chuyển động (các định luật này phát biểu rằng một vật sẽ chuyển động theo hướng mà nó bị đẩy; nó sẽ tiếp tục chuyển động theo đường thẳng cho đến khi bị một lực tác động làm chậm lại hoặc chuyển hướng; và mọi lực đều có một phản lực cùng độ lớn nhưng ngược chiều) cùng định luật vạn vật hấp dẫn. Định luật này phát biểu rằng mọi vật thể trong vũ trụ đều hút mọi vật khác. Có vẻ không phải như thế, nhưng khi ngồi đây, bạn đang kéo mọi thứ xung quanh bạn – tường nhà, trần nhà, bóng đèn, con mèo cưng – về phía bạn bằng trường hấp dẫn nhỏ (thật sự rất nhỏ) của chính bạn. Các vật cũng đang kéo bạn. Chính Newton là người nhận ra rằng sức hút của hai vật bất kỳ, xin trích lời của Feynman một lần nữa, "tỷ lệ thuận với khối lượng của chúng và tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng". Nói cách khác, nếu bạn tăng gấp đôi khoảng cách giữa hai vật thể, lực hấp dẫn giữa chúng sẽ giảm đi 4 lần. Điều này được thể hiện qua công thức:

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

Tất nhiên đây là một công thức mà đa số chúng ta không có khả năng áp dụng vào các vấn đề trong thực tế, nhưng chúng ta đánh

giá cao nó bởi nó ngắn gọn đến mức trang nhã. Hai phép nhân và một phép chia ngắn gọn sẽ cho bạn biết được thế hấp dẫn của bạn dù bạn đi đâu. Đây thật sự là định luật phổ quát đầu tiên về tự nhiên do trí tuệ con người khám phá, vì thế ở đâu Newton cũng được đón nhận bằng sự kính trọng đặc biệt.

Sự ra đời của *Nguyên tắc Toán học* không phải không có kịch tính. Trước sự hãi hùng của Halley, ngay khi công trình đang gần hoàn thành, Newton và Hooke đã tranh cãi gay gắt về việc ai là tác giả của quy luật bình phương nghịch đảo, và Newton từ chối công bố phần thứ ba, trong khi nếu không có phần này, hai phần trước sẽ gần như vô nghĩa. Nhờ tài ngoại giao khéo léo và không tiếc lời tâng bốc, cuối cùng Halley cũng lấy được phần kết từ vị giáo sư tính khí thất thường này.

Khó khăn của Halley vẫn chưa dừng ở đó. Hội Hoàng gia trước đấy đã hứa xuất bản tác phẩm này thì nay lại trì hoãn, viện cớ tài chính. Trong năm trước, Hội đã đỡ đầu cho một thất bại tốn kém mang tên *The History of Fishes* [tạm dịch: *Lịch sử các loại cá*] và hoài nghi rằng thị trường của một cuốn sách về các nguyên tắc toán học thậm chí sẽ nghèo nàn hơn. Halley, vốn không giàu có gì, đã bỏ tiền túi ra để xuất bản cuốn sách. Newton, như thường lệ, không đóng góp gì. Tệ hơn nữa, Halley, khi này mới được nhận làm thư ký của Hội , được thông báo rằng Hội không thể trả cho ông khoản tiền lương 50 bảng Anh một năm như đã hứa hẹn. Thay vào đó, ông sẽ được trả bằng các bản in của cuốn *Lịch sử các loại cá*.

Các định luật của Newton giải thích rất nhiều điều – sự lên xuống của thủy triều, sự chuyển động của các hành tinh, tại sao đạn súng thần công lại có một quỹ đạo đặc biệt trước khi rơi trở lại mặt đất, tại sao chúng ta không bị hất văng vào vũ trụ khi mà hành tinh của chúng ta quay với vận tốc hàng trăm kilômét mỗi giờ[1] – đến mức phải cần thời gian để người ta có thể thấm được hết các hàm ý của chúng. Tuy nhiên, có một tiết lộ gần như lập tức đã trở thành đề tài tranh luận.

---

[1]· Bạn quay nhanh thế nào tùy vào bạn đang đứng ở đâu. Vận tốc quay của Trái Đất dao động từ khoảng 1.600km/giờ tại xích đạo cho tới 0 ở hai cực. Tại London, vận tốc này rơi vào khoảng 998km/giờ.

Theo lý thuyết của Newton, lực ly tâm được tạo thành do Trái Đất quay sẽ tạo ra một chút phẳng nhẹ ở hai cực và một chút phồng ở xích đạo, từ đó khiến hành tinh có hình hơi dẹt. Điều này có nghĩa

là độ dài của một độ kinh tuyến sẽ không giống nhau ở Ý và Scotland. Đặc biệt, độ dài này sẽ ngắn hơn nếu bạn đi xa các cực. Đây không phải tin tốt cho những ai (gần như tất cả mọi người) định đo đạc Trái Đất dựa trên giả định rằng nó là một hình cầu hoàn hảo.

Suốt một nửa thế kỷ, con người đã cố gắng tính toán kích cỡ của Trái Đất, hầu hết bằng cách tiến hành các phép đo đạc rất chính xác. Một trong những nỗ lực đầu tiên là của nhà toán học người Anh, Richard Norwood. Khi còn trẻ, Norwood đã tới Bermuda cùng một chiếc chuông lặn được làm theo thiết kế của Halley, với ý định đi tìm ngọc trai dưới đáy biển. Kế hoạch thất bại vì không hề có ngọc trai và hơn nữa cái chuông của Norwood cũng không hoạt động, nhưng Norwood không phải là người lãng phí một thí nghiệm. Vào đầu thế kỷ XVII, các thuyền trưởng đều cho rằng Bermuda là một nơi rất khó định vị. Vấn đề là đại dương rất lớn còn Bermuda lại nhỏ, và các công cụ hàng hải thì quá thiếu thốn để giải quyết sự chênh lệch này. Khi đó, thậm chí người ta còn chưa đồng thuận về chiều dài của một hải lý[1]. Với bề rộng của các đại dương, những sai sót nhỏ nhất trong tính toán sẽ bị phóng đại đến mức tàu thuyền thường đi chệch rất xa các mục tiêu có kích thước như Bermuda. Norwood vốn yêu môn lượng giác và các góc, đã quyết định đưa một chút chặt chẽ mang tính toán học vào hàng hải, và tới lúc đó, theo đó ông sẽ tính chiều dài của một độ kinh tuyến.

---

1. 1 hải lý = 1,852km

Khởi hành với lưng xoay về hướng Tháp London, Norwood đã bỏ ra nhiều năm để đi 208 dặm về phía Bắc hướng tới York, liên tục kéo và đo theo độ dài của sợi dây xích, đồng thời thận trọng điều chỉnh theo sự lồi lõm của mặt đất và sự uốn khúc của đường sá. Bước cuối cùng là đo góc mặt trời tại York đúng vào giờ đó trong ngày và đúng vào ngày đó trong năm so với thời điểm ông đã bắt đầu việc đo đạc tại London. Dựa trên các tính toán đó, ông lập luận rằng có thể xác định độ dài của một độ kinh tuyến của Trái Đất, và tính được độ dài tổng thể. Đó là một nhiệm vụ đầy tham vọng đến lố bịch, bởi một sai sót nhỏ cũng đủ khiến toàn bộ các phép tính sai số đến hàng dặm – nhưng thực tế, như Norwood tự hào tuyên bố, ông chính xác "tới từng mảnh gỗ vụn" – hoặc, nói chính xác hơn – độ sai số nằm trong khoảng 600yd[1]. Theo hệ mét, con số ông đưa ra là 110,72 km trên một kinh độ.

---

[1]· *1yard (1yd) hay 1 thước Anh = 0.914m*

Vào năm 1637, tác phẩm kinh điển trong lĩnh vực hàng hải của Norwood, *The Seaman's Practice* [tạm dịch: *Công việc của người đi biển*], được xuất bản và lập tức được đón nhận. Nó được tái bản 17 lần và tiếp tục ấn hành 25 năm sau khi ông qua đời. Trở lại Bermuda cùng với gia đình, Norwood dành thời gian cho việc làm vườn và tình yêu đầu đời – môn lượng giác. Ông sống ở đó 38 năm và sẽ thật tuyệt vời nếu ông đi qua mốc này trong hạnh phúc và những lời tán dương. Sự thật lại khác. Trong chuyến đi từ Anh, hai cậu con trai của ông được xếp vào cùng cabin với mục sư Nathaniel White, và không biết họ đã chọc tức thầy tu trẻ tuổi này đến mức khiến ông ta dùng cả phần sự nghiệp còn lại quấy rầy Norwood theo mọi cách nhỏ nhen có thể.

Hai con gái của Norwood khiến cha mình đau khổ thêm bằng những cuộc hôn nhân tồi tệ. Một trong hai chàng rể của ông, có lẽ do sự xúi giục của vị linh mục, liên tục cáo buộc Norwood những tội vặt vãnh trước tòa, khiến ông vô cùng bực mình và phải liên tục rời khỏi Bermuda để đi tự biện hộ. Cuối cùng, trong những năm 1650, các phiên tòa xét xử phù thủy xuất hiện ở Bermuda đã khiến Norwood phải trải qua những năm cuối đời nhọc nhằn đến nỗi các công trình của ông về lượng giác, với các ký hiệu phức tạp, bị xem là thông linh với ma quỷ, khiến ông bị hành hình vô cùng dã man. Không có gì trong số những điều người ta biết về Norwood cho thấy ông đáng phải chịu những năm tháng tàn tạ này.

Trong khi đó, động lực xác định chu vi Trái Đất đã lan sang Pháp. Tại đây, nhà thiên văn học Jean Picard đã đưa ra một phương thức lập tam giác phức tạp rất ấn tượng, theo đó ông sử dụng các góc phần tư, đồng hồ quả lắc, kính viễn vọng, v.v.. (để quan sát chuyển động của các vệ tinh của sao Mộc). Sau hai năm đi vòng quanh và lập lưới tam giác đường đi của mình khắp nước Pháp, vào năm 1669, ông công bố một con số chính xác hơn: 110,46km cho mỗi kinh độ. Đây thật sự là một niềm tự hào lớn đối với người Pháp, nhưng nó được xác định dựa trên giả định rằng Trái Đất là một khối cầu hoàn hảo – điều mà giờ đây Newton đã bác bỏ.

Vấn đề càng phức tạp khi sau khi Picard mất, hai cha con Giovanni và Jacques Cassini đã thực hiện các thí nghiệm theo cách của Picard trên một phạm vi rộng hơn và kết luận rằng Trái Đất không phình ra ở xích đạo mà ở hai cực – nói cách khác, Newton đã hoàn toàn sai lầm. Đây chính là nguyên nhân khiến Viện Hàn lâm Khoa

học phái Bouguer và La Condamine tới Nam Mỹ để tiến hành các phép đo đạc mới.

Họ chọn Andes vì họ cần đo đạc gần xích đạo, để xem xét liệu thật sự có sự khác biệt về tính chất của hình cầu tại đây hay không, và bởi họ cho rằng các dãy núi sẽ giúp họ có tầm nhìn tốt hơn. Trên thực tế, các dãy núi của Peru thường khuất sau mây, nên nhóm các nhà khoa học thường phải đợi hàng tuần để có được một giờ quan sát quang đãng. Trên hết, họ đã chọn một trong những địa hình gần như không thích hợp nhất trên Trái Đất. Người Peru gọi mảnh đất của mình là "nhiều tai ương" – và gần như đúng là như thế. Người Pháp không chỉ phải đo đạc một trong những dãy núi hiểm trở nhất trên thế giới – nơi mà chính những con la của họ cũng phải khuất phục – mà để đến được các ngọn núi, họ còn phải băng qua những con sông hung dữ, mở đường qua những khu rừng già và vượt qua hàng dặm sa mạc cao lởm chởm đá. Gần như tất cả những điểm này đều không có trên bản đồ và không nằm gần bất cứ nguồn cung cấp thực phẩm nào. Tuy nhiên, Bouguer và La Condamine là những người rất kiên trì, họ đã không bỏ nhiệm vụ trong 9 năm rưỡi đằng đẵng, ảm đạm và cháy nắng. Ngay trước khi kết thúc công việc, họ nhận được tin rằng một đội các nhà khoa học người Pháp khác đang tiến hành đo đạc ở phía bắc Scandinavia (đoàn này cũng phải đối mặt với những khó khăn riêng, từ đầm lầy cho tới băng trôi) và đã phát hiện rằng càng gần các cực, một độ thực tế lại càng dài, đúng như Newton đã dự báo. Trái Đất sẽ đẫy đà hơn tới 43km khi đo quanh xích đạo so với khi đo từ đỉnh tới đáy vòng quanh các cực.

Điều đó có nghĩa là Bouguer và La Condamine đã dành gần trọn một thập kỷ để tìm kiếm một kết quả họ không hề mong muốn. Cuối cùng, họ nhận ra rằng thậm chí họ không phải là những người đầu tiên phát hiện ra điều đó. Trong trạng thái bơ phờ, họ kết thúc cuộc nghiên cứu và xác nhận rằng đội Pháp đầu tiên đã đúng. Sau đó, họ trở lại bờ biển trong im lặng và lên tàu về nhà.

Một kết luận khác của Newton trong *Nguyên tắc Toán học* là sợi dây dọi treo gần một ngọn núi sẽ có xu hướng nghiêng rất nhẹ về phía ngọn núi do chịu sức hút của lực hấp dẫn gây ra bởi khối lượng của ngọn núi cũng như của Trái Đất. Điều này mang ý nghĩa rất lớn, hơn là một sự thật gây tò mò. Vì nếu đo được chính xác độ lệch và tính được khối lượng của ngọn núi, thì bạn có thể tính hằng số hấp dẫn – nghĩa là giá trị cơ bản của trọng lực, ký hiệu là G – và cùng với nó là khối lượng của Trái Đất.

Bouguer và La Condamine thử nghiệm điều này với ngọn núi

Chimborazo ở Peru, nhưng đã thất bại bởi những khó khăn kỹ thuật và bởi sự cãi vã của chính họ, và vì thế ý tưởng này lại bị lãng quên trong khoảng 30 năm cho đến khi được nhà thiên văn học Hoàng gia Anh, Nevil Maskelyne, khơi lại. Trong cuốn sách nổi tiếng của *Dava Sobel, Longitude* [tạm dịch: *Kinh độ*], Maskelyne được mô tả như một nhân vật phản diện ngốc nghếch vì đã không nhận ra sự thông minh của người thợ làm đồng hồ John Harrison. Có thể đúng là vậy, song chúng ta đều hàm ơn ông theo những cách khác không được nhắc đến trong cuốn sách này, nhất là vì ông đã vạch ra một kế hoạch thành công nhằm xác định khối lượng của Trái Đất.

Maskelyne nhận ra mấu chốt của vấn đề nằm ở chỗ phải tìm cho được một ngọn núi có hình dáng đủ thông thường để xác định khối lượng của nó. Do sự hối thúc của ông, Hội Hoàng gia đã đồng ý cử một nhân vật đủ tin cậy đi khảo sát các đảo của Anh để xem liệu có thể tìm thấy một ngọn núi như vậy hay không. Maskelyne biết ngay nên chọn ai – đó là nhà thiên văn học và nhà khảo sát Charles Mason. Maskelyne và Mason đã là bạn bè 11 năm trước đó, khi cùng nhau tham gia dự án đo đạc một sự kiện thiên văn có ý nghĩa vô cùng quan trọng: sao Kim đi ngang qua Mặt Trời. Chính Edmond Halley, người không biết mệt mỏi là gì, đã đề xuất từ nhiều năm trước rằng nếu đo được những lần đi ngang qua như vậy từ những điểm được lựa chọn trên Trái Đất, bạn có thể sử dụng nguyên tắc lập lưới tam giác để tính khoảng cách từ Trái Đất tới Mặt Trời, từ đó hiệu chỉnh và tính ra khoảng cách tới mọi thiên thể khác trong hệ Mặt Trời.

Không may là, những lần xuất hiện như vậy của sao Kim, như chúng ta đều biết, lại không theo quy luật. Trong 8 năm chúng xuất hiện hai lần, sau đó vắng mặt suốt một thế kỷ hoặc hơn, và không xuất hiện lần nào trong thời của Halley.[1] Song, đó là vấn đề nổi cộm, và khi lần tiếp theo sao Kim đi qua Mặt Trời vào năm 1761, gần hai thập kỷ sau khi Halley qua đời, giới khoa học đã sẵn sàng – thực chất là sẵn sàng hơn nhiều so với việc họ chuẩn bị cho bất kỳ sự kiện thiên văn nào trước đó.

---

[1]· Lần tiếp theo Sao Kim đi ngang qua Mặt Trời là ngày 8 tháng Sáu năm 2004, và lần nữa vào năm 2012. Không có lần nào xảy ra trong suốt thế kỷ XX.

Với bản năng chịu thử thách đã được trui rèn theo tuổi tác, các nhà khoa học đã đặt hơn 100 điểm quan sát trên toàn cầu – ở Siberia, Trung Quốc, Nam Phi, Indonesia và cả trong khu rừng

Wisconsin, cùng nhiều nơi khác. Pháp đã gửi đi 32 nhà quan sát, Anh góp thêm 18, những người còn lại đến từ Thụy Điển, Nga, Ý, Đức, Ireland và một số nước khác.

Đây là lần đầu tiên hợp tác quốc tế về khoa học và họ gặp vấn đề gần như ở khắp nơi. Nhiều nhà quan sát đã gặp phải chiến tranh, bệnh tật hoặc đắm tàu. Những người khác tới đích, nhưng khi mở thùng dụng cụ ra, họ thấy chúng đã vỡ nát hoặc bị biến dạng do cái nóng của vùng nhiệt đới. Một lần nữa, dường như định mệnh của nước Pháp là cung cấp những phái viên kém may mắn nhất. Jean Chappe đã mất vài tháng để tới Siberia bằng xe ngựa, thuyền và xe chó kéo, với nỗ lực bảo quản các công cụ vô cùng dễ hỏng của mình qua tất cả những ổ gà nguy hiểm, chỉ để cuối cùng thấy rằng đoạn đường sống còn đã bị chặn do các con sông đang dâng nước sau những cơn mưa xuân nặng hạt bất thường, và người dân địa phương đã lập tức đổ lỗi cho ông sau khi thấy ông hướng những dụng cụ lạ lên trời. Chappe đã thoát chết nhưng không thực hiện được phép đo hữu dụng nào.

Kém may mắn hơn nữa là Guillaume le Gentil. Những trải nghiệm của ông đã được Timothy Ferris ghi lại trong cuốn *Coming of Age in the Milky Way* [tạm dịch: *Tiến tới thời đại của Dải Ngân hà*]. Le Gentil đã khởi hành từ Pháp một năm trước thời gian xảy ra hiện tượng để quan sát nó từ Ấn Độ, nhưng nhiều sự cố xảy ra đã khiến ông vẫn lênh đênh trên biển vào ngày trọng đại đó – một vị trí tệ nhất vì một phép đo đạc chính xác gần như không thể thực hiện trên một con tàu lắc lư.

Không nản lòng, Le Gentil tiếp tục đến Ấn Độ và đợi tới tận năm 1769. Sau 8 năm chuẩn bị, ông dựng lên một đài quan sát hạng nhất, kiểm tra kỹ lưỡng các công cụ của mình và có mọi thứ trong trạng thái sẵn sàng. Vào buổi sáng diễn ra lần tiếp theo sao Kim đi qua đi ngang qua Mặt trời, ngày 4 tháng Sáu năm 1769, ông thức dậy thấy trời vẫn đẹp; nhưng ngay khi khoảnh khắc đó diễn ra, một đám mây đã che khuất mặt trời và ở đó gần như trong toàn bộ thời gian diễn ra hiện tượng: 3 giờ, 14 phút và 7 giây.

Le Gentil kìm nén và thu dọn dụng cụ của mình để khởi hành từ cảng gần nhất, nhưng trên đường ông bị bệnh lỵ và phải nằm lại gần một năm. Dù còn rất yếu, nhưng cuối cùng ông vẫn quyết định lên tàu. Con tàu đã gần như bị đắm sau một cơn bão gần bờ biển châu Phi. Cuối cùng, ông cũng về tới nhà sau 11 năm rưỡi tính từ thời điểm xuất phát mà không thu được bất cứ thành quả nào, đồng thời biết được người thân đã tuyên bố rằng mình đã chết, và tranh nhau tài sản.

So với họ, nỗi thất vọng mà 18 nhà quan sát người Anh ở rải rác khắp nơi phải trải qua thật không đáng là bao. Mason đã hợp tác với một nhà khảo sát trẻ là Jeremiah Dixon và cùng làm việc rất ăn ý, sau này họ còn hợp tác rất lâu dài. Họ nhận được chỉ thị đi tới Sumatra để vẽ lại hiện tượng sao Kim đi ngang qua Mặt Trời, nhưng chỉ sau một đêm trên biển, một tàu khu trục của Pháp đã tấn công họ (Dù các nhà khoa học ở vào tư thế sẵn sàng hợp tác quốc tế nhưng các quốc gia thì không). Mason và Dixon đã gửi một thông điệp tới Hội Hoàng gia nhấn mạnh rằng những gì xảy ra trên biển cả là cực kỳ nguy hiểm, và bày tỏ băn khoăn liệu chuyến đi có thể ngừng lại được hay không. Đáp lại lời thỉnh cầu của họ là một lời quở trách rất nhanh chóng và lạnh lùng, nhắc lại rằng họ đã được trả tiền và rằng đất nước cùng cộng đồng khoa học đang trông cậy vào họ, cho nên nếu họ không tiếp tục hành trình thì uy tín của họ sẽ mất đi và không bao giờ phục hồi được. Sau khi được uốn nắn, họ lại giương buồm, nhưng trên đường đi, họ được cho hay Sumatra đã rơi vào tay Pháp, vì thế họ đành phải quan sát hiện tượng này lửng lơ từ Mũi Hảo Vọng. Trên đường về, họ dừng lại ở lãnh thổ hải ngoại đơn độc của nước Anh, đảo St Helena, nơi họ gặp Maskelyne, và được biết việc quan sát của ông đã bị mây cản trở. Mason và Maskelyne đã trở thành bạn thân từ đó, họ còn dành vài tuần vui vẻ để vẽ lại sơ đồ các dòng thủy triều, dù rằng việc đó không mấy hữu dụng.

Ngay sau đó, Maskelyne về Anh và trở thành một nhà thiên văn học Hoàng gia, còn Mason và Dixon – lúc này chắc chắn đã dày dạn kinh nghiệm hơn – bắt đầu một hành trình 4 năm dài và nguy hiểm, mở đường qua 244 dặm của nước Mỹ hoang dã để giải quyết tranh chấp lãnh thổ giữa William Penn và lãnh chúa Baltimore về các thuộc địa của họ, lần lượt là Pennsylvania và Maryland. Kết quả là đường Mason-Dixon nổi tiếng đã ra đời, mà sau này giữ một vị trí vô cùng quan trọng giữa các bang nô lệ và các bang tự do. (Mặc dù đây là nhiệm vụ chính nhưng họ đồng thời cũng đóng góp một số khảo sát về thiên văn, trong đó có việc đo đạc một độ kinh tuyến chính xác nhất trong thế kỷ đó – một thành tựu đã mang lại cho họ nhiều tiếng tăm ở nước Anh hơn là việc giải quyết tranh chấp lãnh thổ giữa các nhà quý tộc hư hỏng.)

Khi trở lại châu Âu, Maskelyne và các cộng sự của mình ở Đức và Pháp đã phải đối mặt với kết luận rằng kết quả đo đạc về lần sao Kim đi ngang Mặt Trời năm 1761 về cơ bản là một thất bại. Trớ trêu thay, một trong những nguyên nhân lại là vì có quá nhiều quan sát, vì thế khi được đặt cạnh nhau, chúng thường mâu thuẫn và rất khó có thể thống nhất. Người vẽ lại thành công hiện tượng này lại là một thuyền trưởng ít tiếng tăm người Yorkshire

tên là James Cook, người đã quan sát hiện tượng đi ngang qua này vào năm 1769 từ một đỉnh đồi đầy nắng ở Tahiti, sau đó tiếp tục vẽ bản đồ và tuyên bố Úc thuộc chủ quyền của vương quốc Anh. Ông trở về và cung cấp đủ thông tin cho nhà thiên văn học người Pháp, Joseph Lalande để tính được rằng khoảng cách trung bình từ Trái Đất tới Mặt Trời là khoảng 150 triệu km. (Hai lần khác sao Kim đi ngang qua Mặt Trời vào thế kỷ XIX cho phép các nhà thiên văn học tính được con số 149,59 triệu km và con số này được giữ nguyên từ đó. Ngày nay, chúng ta đã biết được con số chính xác là 149,597870691 triệu km). Cuối cùng, Trái Đất cũng có vị trí trong vũ trụ.

* * *

Về phần Mason và Dixon, họ trở lại nước Anh như những anh hùng khoa học và, vì những lý do chưa rõ, họ không hợp tác nữa. So với tần suất xuất hiện của họ trong các sự kiện khoa học vào thế kỷ XVIII, những gì chúng ta biết được về họ quá ít ỏi. Không có bức chân dung nào và rất ít tác phẩm viết để lại. Về Dixon, *Từ điển Danh nhân Quốc gia* ghi chú thú vị rằng ông "có thể đã sinh ra tại một mỏ than," phần còn lại thì để người đọc tự tưởng tượng một lời giải thích hợp lý về hoàn cảnh đó, và thêm vào rằng ông mất tại Durham năm 1777. Ngoài cái tên và sự hợp tác lâu dài với Mason, không ai biết gì hơn.

Cuộc đời Mason chỉ sáng sủa hơn đôi chút. Chúng ta biết rằng vào năm 1772, theo chỉ thị của Maskelyne, ông lĩnh nhiệm vụ tìm kiếm một ngọn núi phù hợp cho thí nghiệm về độ lệch của dây dọi gây ra bởi lực hấp dẫn, và cuối cùng, báo cáo rằng ngọn núi mà họ cần nằm ở trung tâm cao nguyên Scotland, ngay phía trên Loch Tay, được gọi là Schiehallion. Tuy nhiên, không gì có thể buộc ông dành cả mùa hè để khảo sát nó. Ông không bao giờ muốn đi thực địa nữa. Lần di chuyển tiếp theo của ông được biết đến là vào năm 1786, đột ngột và bí ẩn, ông xuất hiện ở Philadelphia cùng với vợ và 8 đứa con, rõ ràng là họ đang trên bờ vực của sự khốn cùng. Ông đã không trở lại Mỹ từ khi kết thúc chuyến khảo sát 18 năm về trước và không có lý do gì để tới đó, cũng như chẳng có bạn bè nào chào đón ông ở đó. Một vài tuần sau, ông qua đời.

Vì Mason từ chối khảo sát ngọn núi, nên Maskelyne đảm nhận công việc này. Thế là, suốt 4 tháng mùa hè năm 1774, Maskelyne sống trong một căn lều ở một thung lũng xa xôi thuộc Scotland và hằng ngày chỉ đạo đội khảo sát, những người thực hiện hàng trăm phép đo từ mọi vị trí có thể. Để tìm ra khối lượng của ngọn núi từ tất cả những con số này đòi hỏi rất nhiều phép tính tẻ nhạt, do

một nhà toán học là Charles Hutton đảm nhiệm. Các nhà khảo sát đã phủ kín một tấm bản đồ bằng các con số kết quả, mỗi con số đánh dấu một độ cao trên hoặc xung quanh ngọn núi. Về cơ bản đây là một đống những con số, nhiều đến mức khó hiểu, nhưng Hutton nhận thấy rằng nếu ông dùng bút chì để nối các điểm cùng độ cao, tất cả mọi thứ sẽ trở nên có trật tự hơn. Nhờ đó, một người có thể lập tức hình dung ra hình dáng và độ dốc tổng thể của ngọn núi. Ông đã phát minh ra các đường đồng mức.

Ngoại suy từ các kết quả đo được ở Schiehallion, Hutton đã tính được khối lượng của Trái Đất vào khoảng 5 triệu tỷ tấn, từ đó tính được một cách hợp lý khối lượng của các thiên thể khác trong hệ Mặt Trời, kể cả Mặt Trời. Từ thí nghiệm này, chúng ta đã biết được khối lượng của Trái Đất, Mặt Trời, Mặt Trăng và các hành tinh khác cùng các vệ tinh của chúng, và biết được cả các đường đồng mức – thật không uổng phí cả một mùa hè tập trung vào đó.

Tuy nhiên, không phải tất cả mọi người đều hài lòng với kết quả. Điểm thiếu sót trong thí nghiệm Schiehallion là sẽ không thể đưa ra kết quả chính xác nếu không biết tỷ trọng thực tế của ngọn núi. Để đơn giản hóa, Hutton đã giả định rằng ngọn núi có tỷ trọng như một viên đá thông thường, gấp khoảng 2,5 lần tỷ trọng nước, nhưng đây chẳng qua chỉ là một phỏng đoán dựa trên kinh nghiệm.

Một người mà không ai ngờ tới lại rất quan tâm đến vấn đề này là một mục sư nông thôn, John Michell, sống ở ngôi làng Thornhill thuộc vùng Yorkshire cô quạnh. Dù ở một nơi xa xôi và có địa vị khá khiêm nhường, nhưng Michell là một trong những bộ óc khoa học vĩ đại nhất của thế kỷ XVIII và rất được xem trọng vì điều đó.

Ngoài ra, ông cũng là người đã nhận thấy bản chất dạng sóng của các trận động đất, từ đó tiến hành nhiều nghiên cứu căn bản về từ trường, lực hấp dẫn, và thật lạ thường là chính ông đã hình dung ra sự tồn tại của các lỗ đen trước bất kỳ ai khác – một tầm nhìn đột phá mà ngay cả Newton cũng không làm được. Khi nhà soạn nhạc người Đức, William Herschel, nhận ra rằng niềm đam mê thật sự của đời mình là thiên văn học, ông đã tìm đến Michell để được chỉ dẫn cách chế tạo kính viễn vọng, một việc tốt mà các nhà khoa học vũ trụ đã mắc nợ.[1]

---

[1]· Năm 1781, Herschel trở thành người đầu tiên tìm ra một hành tinh. Ông muốn đặt tên nó là George, theo tên của vương triều Anh lúc bấy giờ nhưng đã không được chấp nhận. Hành tinh này chính là sao Thiên Vương.

Nhưng trong tất cả những gì Michell đã làm, không có gì ấn tượng và có ảnh hưởng lớn hơn một chiếc máy đã được ông thiết kế và tạo ra nhằm đo khối lượng Trái Đất. Không may là, ông đã mất trước khi có thể tiến hành các thí nghiệm, vì thế cả ý tưởng và công cụ cần thiết được gửi đến một nhà khoa học rất xuất sắc nhưng đã nghỉ hưu ở London, Henry Cavendish.

Cuộc đời Cavendish giống như một tiểu thuyết. Từ khi sinh ra ông đã được thụ hưởng cuộc sống xa hoa – tổ phụ của ông là công tước xứ Devonshire và Kent, còn ông là nhà khoa học người Anh xuất sắc nhất so với những người cùng thời, nhưng cũng lạ lùng nhất. Theo lời một trong số ít những người ghi lại tiểu sử của Cavendish, ông mắc chứng nhút nhát đến mức gần được xem là bệnh. Việc phải tiếp xúc với bất cứ ai cũng khiến ông vô cùng khó chịu.

Có lần, ông mở cửa và thấy một người Áo hâm mộ mình, người này mới từ Vienna tới và đang đứng ngay trên bậc cửa. Quá hào hứng, vị này bắt đầu tuôn ra những lời ca tụng. Sau một vài phút tiếp nhận những lời khen như thể đang chịu những cú đòn của một kẻ lỗ mãng, đến khi không thể nhận thêm được nữa, ông bước xuống lối đi và ra khỏi cổng, để lại cánh cửa rộng mở. Phải mất vài giờ người ta mới mời được ông trở lại nhà mình. Kể cả người quản gia cũng thường liên lạc với ông qua thư.

Nhưng đôi khi ông cũng liều lĩnh dấn thân vào xã hội – ông đặc biệt quan tâm tới các buổi dạ tiệc khoa học do nhà tự nhiên học vĩ đại, Ngài Joseph Banks tổ chức – và các vị khách luôn được thông báo rằng Cavendish không muốn bị tiếp cận hoặc thậm chí dòm ngó vì bất cứ lí do gì. Những ai muốn hỏi về quan điểm của ông đều được khuyên hãy tỏ vẻ tình cờ đến gần ông và "nói chuyện như thể nói với khoảng không". Nếu nhận xét của họ có giá trị khoa học, họ sẽ nhận được những lời đáp lầm bầm, nhưng thường là họ sẽ nghe thấy một tiếng rít tức giận (giọng của ông lúc đó có vẻ đã được lên tông) và nhận ra bên cạnh mình thật sự là khoảng không vì Cavendish đã chạy biến vào một góc yên tĩnh hơn.

Sự giàu có và lối sống cô lập đã cho phép ông biến nhà mình ở Clapham thành một phòng thí nghiệm lớn, nơi ông có thể đi khắp mọi ngóc ngách của khoa học vật lý mà không bị ai quấy rầy – điện, nhiệt, trọng lực, khí, bất cứ thứ gì liên quan tới sự kết hợp của vật chất. Nửa sau của thế kỷ XVIII là thời đại mà những người có năng khiếu khoa học trở nên yêu thích các đặc tính vật lý cơ bản của sự vật – đặc biệt là khí và điện – và bắt đầu xem liệu họ có thể làm gì với chúng, phần nhiều là với sự nhiệt tình hơn là hiểu

biết. Ở Mỹ, Benjamin Franklin đã nổi tiếng vì liều mạng thả diều trong một cơn bão đầy sấm sét. Ở Pháp, nhà hóa học Pilatre de Rozier đã thử khả năng cháy của khí Hiđro bằng cách ngậm một miệng đầy khí này và thổi vào một ngọn lửa mà không có gì che chắn, và đã chứng minh được ngay rằng Hiđro thật sự có khả năng gây cháy nổ, và rằng lông mày chưa chắc đã là đặc điểm vĩnh viễn trên gương mặt con người. Về phần mình, Cavendish đã tự lấy mình làm vật thí nghiệm để chịu đựng các xung điện đã được chia độ, và tỷ mẩn ghi lại mức độ đau đớn tăng dần cho đến khi không đủ sức giữ chiếc bút lông ngỗng, đôi khi là cả sự tỉnh táo của mình.

Trong suốt đời mình, Cavendish đã có được một chuỗi các phát hiện tiêu biểu – trong số đó, ông là người đầu tiên tách được Hiđro và cũng là người đầu tiên kết hợp Hiđro với Ôxy để tạo ra nước – nhưng hầu như không có gì ông làm mà lại không lạ lùng. Trước sự ghen tức của các nhà khoa học đồng nghiệp, ông thường nói bóng gió trong các công trình được công bố của mình về các kết quả thí nghiệm mà ông chưa từng nói với ai. Nói về tính bí mật, ông không chỉ giống mà còn hơn hẳn Newton. Các thí nghiệm của ông về độ dẫn điện đi trước cả thế kỷ, nhưng tiếc là chúng không được công bố sau khi một thế kỷ đã qua đi. Thật sự thì, phần lớn những gì ông đã làm không được biết đến cho đến tận cuối thế kỉ XIX, khi nhà vật lý thuộc Đại học Cambridge, James Clerk Maxwell, làm nhiệm vụ biên tập các trước tác của Cavendish, và lúc đó vinh dự lẽ ra phải thuộc về những phát hiện của ông gần như đã thuộc về những người khác.

Trong số nhiều thứ khác, và tất nhiên không tiết lộ với ai, Cavendish đã phát hiện hoặc tiên đoán được định luật chuyển hóa năng lượng, định luật Ohm, định luật áp suất riêng phần của Dalton, định luật chất khí của Charles, định luật đương lượng của Richter và các nguyên lý về sự dẫn điện. Đó chỉ là một vài trường hợp tiêu biểu. Theo nhà lịch sử khoa học J. G. Crowther, ông cũng đã dự báo về "công trình của Kelvin và G. H. Darwin về ảnh hưởng của ma sát thủy triều đến tốc độ quay chậm dần của Trái Đất và phát hiện của Larmor, được công bố vào năm 1915, về làm mát không khí cục bộ… hay công trình của Pickering về hỗn hợp làm lạnh và một phần công trình của Rooseboom về cân bằng dị thể." Ông còn để lại các manh mối trực tiếp dẫn tới sự phát hiện một nhóm các nguyên tố gọi là khí hiếm, một vài khí trong số đó hiếm đến mức phải tới năm 1962 người ta mới tìm được loại cuối cùng. Tuy vậy, mối quan tâm của chúng ta ở đây là thí nghiệm được xem là cuối cùng của Cavendish, vào cuối mùa hè năm 1797, ở tuổi 67, khi ông chuyển sự quan tâm của mình sang những thùng

đựng dụng cụ được John Michell chuyển tới – một hành động rõ ràng vượt ra ngoài sự kính trọng đơn thuần trong khoa học.

Khi lắp ráp lại, dụng cụ của Michell không có vẻ gì giống một chiếc máy đo trọng lượng Nautilus của thế kỷ XVIII. Nó kết hợp trọng lực, đối trọng, con lắc, trục và dây xoắn. Ở trung tâm của chiếc máy là những quả chì nặng 350 pound[1], được treo lơ lửng bên cạnh hai khối cầu nhỏ hơn. Chiếc máy được thiết kế để đo độ lệch hấp dẫn của các khối cầu lớn tác động đến các khối cầu nhỏ, từ đó đo một lực rất khó nắm bắt là hằng số hấp dẫn, và dựa vào đó để suy ra trọng lượng (hay nói chính xác là khối lượng) của Trái Đất.[2]

1· 1 pound (1lb) = 0.454kg

2· Với một nhà vật lý, khối lượng và trọng lượng là hai đại lượng khác nhau. Khối lượng của bạn không đổi dù bạn đi bất cứ đâu, còn trọng lượng thay đổi phụ thuộc vào việc bạn cách trung tâm của một vật thể khổng lồ khác như một hành tinh bao xa. Khi bạn du hành lên Mặt Trăng, trọng lượng của bạn sẽ giảm đi nhưng khối lượng thì không đổi. Trên Trái Đất, vì mọi mục đích thực tế, khối lượng và trọng lượng là như nhau và các khái niệm này có thể sử dụng hoán đổi, ít nhất là bên ngoài lớp học.

Bởi lực hấp dẫn giúp các hành tinh chuyển động theo đúng quỹ đạo và khiến các vật thể rơi xuống đất đều gây ra tiếng động lớn, chúng ta có xu hướng nghĩ đó là một lực mạnh, nhưng thực tế không phải vậy. Nó chỉ mạnh trong trường hợp một vật thể khổng lồ như Mặt Trời hút các vật thể khổng lồ khác như Trái Đất. Ở mức độ nhỏ bé, lực hấp dẫn hầu như không đáng kể. Mỗi lần bạn nhặt một cuốn sách trên bàn hoặc một đồng xu dưới sàn, bạn không cần phải cố cưỡng lại lực hấp dẫn của cả hành tinh. Những gì Cavendish đang cố gắng làm là đo lực hấp dẫn ở mức cực kỳ nhỏ này.

Từ khóa ở đây chính là sự tinh vi. Không được phép có một sự quấy rầy nào dù chỉ là một lời thì thầm trong căn phòng đựng chiếc máy, vì thế Cavendish đã chọn một vị trí trong căn phòng liền kề và quan sát bằng kính viễn vọng xuyên qua một lỗ thông. Công trình của ông đạt đến độ chính xác tới khó tin, bao gồm 17 phép đo đạc rất tinh vi, có liên quan tới nhau và mất gần một năm để hoàn thành. Cuối cùng, khi các phép tính hoàn tất, Cavendish thông báo rằng Trái Đất nặng khoảng hơn 13.000.000.000.000.000.000.000 pound, hoặc 6 triệu tỷ tấn, tính theo đơn vị đo lường hiện đại. (Một tấn là 1.000kg hoặc tương đương với 2.205 pound.)

Ngày nay, các nhà khoa học có trong tay những máy móc chính xác đến mức có thể xác định khối lượng của một con vi khuẩn, và nhạy cảm đến mức việc đọc kết quả có thể bị ảnh hưởng bởi việc ai đó ngáp cách đó 75 dặm, nhưng họ cũng không có thay đổi căn bản nào so với kết quả đo đạc của Cavendish vào năm 1797. Kết quả ước tính tốt nhất hiện nay về khối lượng của Trái Đất là 5,9725 triệu tỷ tấn, chỉ chênh khoảng 1% so với kết quả của Cavendish. Thật thú vị, tất cả những kết quả này đơn thuần xác nhận những kết luận của Newton trước Cavendish 110 năm mà không phải tiến hành bất cứ thí nghiệm nào.

Tóm lại, đến cuối thế kỷ XVIII, các nhà khoa học đã biết rất chính xác hình dáng, kích thước của Trái Đất và khoảng cách từ nó đến Mặt Trời cũng như các hành tinh khác; và Cavendish, dù không rời khỏi nhà, cũng đã có thể gửi đến họ khối lượng của nó. Vì thế có thể bạn nghĩ việc xác định tuổi của Trái Đất đã ở ngay trước mắt. Cuối cùng thì, họ đã có tất cả những nguyên liệu cần thiết trong tay. Tuy nhiên, con người đã chia nhỏ nguyên tử, phát minh tivi, túi nilon và cà phê hòa tan trước khi có thể tìm ra tuổi của hành tinh nơi họ đang sống.

Để hiểu được tại sao, chúng ta phải đi về phía Bắc, tới Scotland, gặp một người đàn ông thông thái và tốt bụng, người mà chúng ta rất ít biết đến nhưng đã có công sáng lập ra một môn khoa học mới – địa chất.

05

Những người phá đá

Vào thời điểm Henry Cavendish đang hoàn tất các thí nghiệm của mình ở London, thì cách đó hàng trăm dặm tại Edinburgh, một kiểu thời khắc quyết định khác đang chuẩn bị diễn ra sau khi James Hutton qua đời. Tất nhiên đây là tin buồn với Hutton, nhưng lại là tin vui cho khoa học, bởi nó mở đường cho một người đàn ông là John Playfair viết lại các công trình của Hutton mà không phải ngại gì.

Về mọi mặt, Hutton là một người có hiểu biết sâu sắc nhất và lối nói chuyện sinh động nhất, luôn không có đối thủ trong việc tìm hiểu quá trình hình thành chậm chạp của Trái Đất. Thế nhưng, ông không thể diễn giải sao cho những người khác hiểu được các ý tưởng của mình. Như một người viết tiểu sử đã nhận xét về ông kèm một tiếng thở dài, thì ông "hầu như hoàn toàn không biết dùng các phép tu từ". Gần như mỗi dòng ông viết ra đều khiến người đọc ngủ gật. Đây là những gì ông viết trong kiệt tác năm 1795, *A Theory of the Earth with Proofs and Illustrations* [tạm dịch: *Một lý thuyết về Trái Đất với các bằng chứng và minh họa*], bàn luận về… một thứ gì đó như sau:

> *Thế giới nơi chúng ta cư trú được cấu tạo bởi vật chất, không phải của Trái Đất tiền thân trực tiếp của Trái Đất hiện nay, mà là của Trái Đất, nếu chúng ta tiếp tục đi lên từ hiện tại, chúng ta coi như Trái Đất thứ ba, đó là tiền thân của những đất đai từng ở trên mặt biển, trong khi đất đai của chúng ta thì lại từng ở dưới biển sâu.*

Nhưng ông đã một mình sáng tạo ra ngành khoa học địa chất và thay đổi nhận thức của chúng ta về Trái Đất một cách đầy trí tuệ.

Hutton sinh năm 1726 trong một gia đình Scotland giàu có và

được hưởng một đời sống vật chất thoải mái cho phép ông dành phần lớn đời mình với những công việc nhẹ nhàng và bồi dưỡng trí tuệ. Ông từng học ngành y nhưng nhận thấy đó không phải sở thích của mình, nên đã chuyển sang nghề nông như một cách để thư giãn và nghiên cứu khoa học trên mảnh đất của gia đình mình ở Berwickshire. Khi đã chán cánh đồng và đàn cừu, năm 1768, ông chuyển tới Edinburgh, và lập một doanh nghiệp thành công chuyên sản xuất muối amoni từ muội than, rồi sống cuộc đời bận rộn với nhiều hoạt động khoa học. Edinburgh thời đó là trung tâm của trí thức và ông đắm mình trong đầy rẫy các triển vọng nghiên cứu ở đây. Ông trở thành nhân vật tiêu biểu của hội Oyster Club, nơi ông dành các buổi tối bên những người bạn như nhà kinh tế học Adam Smith, nhà hóa học Joseph Black và nhà triết học David Hume, với sự viếng thăm không thường xuyên của Benjamin Franklin và James Watt.

Theo xu hướng của thời đó, Hutton quan tâm tới gần như mọi thứ, từ khoáng vật học tới siêu hình học. Ông tiến hành các thí nghiệm hóa học, nghiên cứu các phương thức khai thác than và xây dựng kênh đào, tìm hiểu cơ chế di truyền, sưu tầm hóa thạch, để xướng lý thuyết về mưa và cấu tạo của không khí cũng như các quy luật về chuyển động, và nhiều vấn đề khác nữa. Nhưng mối quan tâm đặc biệt của ông là địa chất học.

Trong số những câu hỏi thu hút sự quan tâm của ông trong thời đại con người mải mê truy tìm căn nguyên của vạn vật ấy, có một câu hỏi từ lâu đã khiến loài người bối rối – đó là, vì sao những vỏ sò cổ và các hóa thạch đại dương khác lại thường được tìm thấy trên các đỉnh núi. Chúng bò lên đó bằng cách nào? Những người có lời giải đáp chia làm hai trường phái đối lập. Một nhóm theo thuyết thủy thành [Neptunism] cho rằng mọi thứ trên Trái Đất, kể cả việc sò biển có mặt ở những nơi cao một cách vô lý, đều có thể được lý giải bởi sự nâng lên, hạ xuống của mực nước biển. Họ tin rằng núi đồi đều có độ tuổi ngang với bản thân Trái Đất và chỉ có những thay đổi như khi nước dâng lên nhấn chìm tất cả trong thời kỳ ngập lụt toàn cầu.

Nhóm đối lập theo thuyết hỏa thành [Plutonism], cho rằng núi lửa và động đất, trong số nhiều tác nhân khác, không ngừng thay đổi bề mặt của hành tinh, chứ không phải do biển cả bất thường. Các nhà hỏa thành học cũng đưa ra những câu hỏi khá rầy rà rằng khi không có trận lụt thì tất cả số nước đó đã chảy đi đâu. Nếu có đủ nước vào thời đó để nhấn chìm cả dãy Alpơ, vậy thì, ơn Chúa, số nước đó đang ở đâu trong lúc thanh bình như bây giờ. Họ tin rằng Trái Đất chịu tác động mạnh mẽ của cả nội lực lẫn ngoại lực. Tuy

nhiên, họ không thể giải thích một cách thuyết phục tại sao vỏ sò lại có mặt trên những đỉnh núi.

Chính trong lúc băn khoăn về những vấn đề này, Hutton đã hiểu ra một loạt các vấn đề. Nhờ quan sát đất đai ở nông trại của chính mình, ông có thể thấy rằng đất được tạo ra bởi sự xói mòn của đá, và các hạt đất liên tiếp bị rửa trôi, rồi bị sông, suối cuốn đi để rồi bồi tụ ở nơi khác. Ông nhận thấy rằng nếu quá trình này diễn ra một cách tự nhiên, thì cuối cùng Trái Đất phải khá bằng phẳng. Thế nhưng, ông thấy quanh mình đâu cũng là đồi núi. Rõ ràng phải có một quá trình khác nữa, một dạng tái tạo và nâng lên, để tạo ra đồi núi và khiến vòng tròn này tiếp diễn mãi. Ông cho rằng việc các hóa thạch biển xuất hiện trên các đỉnh núi không phải do các trận lụt đặt chúng lên đó, mà vì chúng đã vươn lên cùng chính những ngọn núi. Ông cũng suy ra rằng nhiệt độ ở sâu trong lòng Trái Đất đã tạo ra đá mới, các châu lục và nâng các dãy núi lên. Thật không quá khi nói rằng các nhà địa chất học sẽ không nắm được đầy đủ hàm ý của tư tưởng này suốt 200 năm sau đó, cho đến khi họ chấp nhận khái niệm mảng kiến tạo. Hơn hết, điều mà các lý thuyết của Hutton gợi ra là các quá trình tạo ra Trái Đất đòi hỏi khoảng thời gian rất dài, dài hơn bất cứ ai có thể hình dung. Đến đây chúng ta đã có đủ hiểu biết để thay đổi hoàn toàn nhận thức của mình về hành tinh này.

Vào năm 1785, Hutton biến những ý tưởng của mình thành một công trình dài hơn và đọc nó trong một loạt cuộc họp liền nhau của Hội Hoàng gia Edinburgh. Nó hầu như không thu hút được ai. Không khó để hiểu tại sao. Dưới đây là một phần những gì ông đã trình bày trước cử tọa:

> *Có trường hợp, nguyên nhân hình thành nằm chính trong cơ thể vốn bị tách biệt; vì sau khi cơ thể đã bị kích thích bởi nhiệt, nhờ phản ứng của các vật chất nhất định của cơ thể, mà vực thẳm cấu thành nên mạch máu được hình thành. Trong trường hợp khác, nguyên nhân nằm ở bên ngoài có mối quan hệ với cơ thể trong đó vực thẳm được hình thành. Đã có sự đứt gãy và nong cưỡng dữ dội nhất; nhưng nguyên nhân vẫn cần được làm rõ; và có vẻ nó không nằm trong mạch máu; vì nó không nằm trong những sự đứt gãy và dời chuyển của cơ thể Trái Đất này, trong đó các khoáng chất, hoặc các chất thích hợp của các mạch khoáng, được tìm thấy.*

Khỏi cần phải nói, hầu như không ai hiểu được chút ít nào về ý tưởng mà ông đang muốn truyền đạt. Được bạn bè khuyến khích mở rộng lý thuyết của mình, với một hy vọng mong manh rằng

với một quy mô lớn hơn những ý tưởng ấy ít nhiều rõ ràng hơn, Hutton đã dành 10 năm tiếp theo chuẩn bị cho tác phẩm vĩ đại của mình, được xuất bản vào năm 1795.

Hai tập sách gộp lại lên tới gần 1.000 trang, và chúng tệ hơn cả nỗi lo ngại của những người bạn bi quan nhất của ông. Ngoài những vấn đề khác, gần một nửa công trình bao gồm những trích dẫn từ nguồn tiếng Pháp, vẫn để nguyên văn. Tập thứ ba không mấy hấp dẫn nên không được xuất bản cho đến tận năm 1899, hơn một thế kỷ sau khi Hutton qua đời, và tập thứ tư – cũng là tập cuối cùng – thì không bao giờ được xuất bản. *Theory of the Earth* [tạm dịch: *Lý thuyết về Trái Đất*] của Hutton là ứng cử viên sáng giá cho hạng mục cuốn sách quan trọng ít được đọc nhất trong lĩnh vực khoa học (hoặc ít nhất là nó sẽ chiếm được vị trí này nếu không có nhiều cuốn tương tự). Ngay cả Charles Lyell, nhà địa chất học vĩ đại của thế kỷ tiếp theo và là người có thể đọc mọi thứ, cũng phải thừa nhận rằng ông không thể hiểu nó.

May thay, có một giáo sư toán học tại Đại học Endinburgh và là bạn thân của Hutton, người không chỉ có tài viết những đoạn văn rất trôi chảy mà nhờ nhiều năm gần gũi Hutton còn có thể hiểu đúng hầu như tất cả những điều Hutton đang thật sự muốn diễn đạt. Vào năm 1802, 5 năm sau khi Hutton qua đời, John Playfair đã giới thiệu một ấn bản rút gọn các nguyên lý của học thuyết Hutton với tiêu đề, *Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth* [tạm dịch: *Minh họa cho học thuyết Hutton về Trái Đất*]. Cuốn sách được đón nhận nồng nhiệt bởi những người quan tâm tới địa chất dù số người đó hãy còn chưa phải là nhiều vào năm 1802. Tuy nhiên, điều đó sắp thay đổi.

Vào mùa đông năm 1807, 13 tâm hồn đồng điệu ở London tập hợp lại ở Freemasons Tavern, Long Acre tại Covent Garden để lập một câu lạc bộ ăn tối lấy tên là Hội Địa chất. Họ dự định gặp mặt hai lần một tháng để trao đổi về các vấn đề địa chất trong một bữa tối thịnh soạn với vài ly Madeira. Giá của bữa ăn được mặc định là 15 si-linh, để ngăn những ai chỉ sở hữu phẩm chất duy nhất là trí tuệ. Tuy nhiên, điều sớm trở nên rõ ràng là cần phải có một quy chế phù hợp hơn cùng một địa điểm gặp mặt cố định, nơi mọi người có thể tụ tập để chia sẻ và thảo luận về những phát kiến mới. Trong chưa đầy một thập kỷ, số hội viên đã lên đến 400 người – tất nhiên đều là các quý ông – và Hội Địa chất dường như sắp soán ngôi của Hội Hoàng gia để trở thành hội khoa học ưu việt nhất trong nước.

Các hội viên gặp nhau hai lần mỗi tháng từ tháng Mười một cho

tới tháng Sáu năm sau, vì từ tháng này gần như mọi thành viên đều đi nghỉ hè hoặc khảo sát. Bạn biết đấy, đây không phải là những người thật sự yêu thích các khoáng vật, hoặc thậm chí đa số đều không thuộc giới hàn lâm. Họ chỉ đơn thuần là các quý ông giàu có, thừa thời gian để nuông chiều một sở thích ít nhiều có vẻ chuyên nghiệp. Vào năm 1830, số hội viên lên đến 745 người, và thế giới sẽ không bao giờ chứng kiến điều tương tự diễn ra nữa.

Giờ đây, thật khó có thể tưởng tượng về điều đó, nhưng địa chất đã làm xáo trộn thế kỷ XIX – đúng hơn đã nắm lấy thế kỷ này một cách tuyệt đối – theo một cách mà khoa học chưa bao giờ làm được trước đấy. Vào năm 1839, khi Roderick Murchison xuất bản cuốn *The Silurian System* [tạm dịch: *Hệ thống Silur*], một nghiên cứu nhạt nhẽo, lê thê về một loại đá có tên là đá xám, nó lập tức trở thành tác phẩm bán chạy nhất, với bốn tập, dù mỗi cuốn có giá 8 đồng ghi-nê[1] và được viết theo phong cách Hutton, nghĩa là không thể đọc nổi. (Thậm chí một người ủng hộ Murchison cũng phải thừa nhận, nó "hoàn toàn thiếu đi sự hấp dẫn về mặt văn chương".) Và vào năm 1841, khi Charles Lyell vĩ đại tới Mỹ để giảng dạy tại Boston, 3.000 cử tọa đã ngồi chật kín Học viện Lowell để nghe ông mô tả những điều rất bình thường về zeolit dưới biển và các nhiễu loạn địa chấn ở Campania.

---

1. 1 ghi-nê = 21 si-linh

Trong thế giới hiện đại, nhiều suy tư, nhất là ở Anh, những người có học thức thường về miền đồng quê để thực hiện một số công việc mà họ gọi là "phá đá". Đó là một mưu cầu nghiêm túc và họ có xu hướng ăn mặc phù hợp với mũ ống và com-lê tối màu. Chỉ riêng William Buckland xứ Oxford khả kính vẫn giữ thói quen mặc áo choàng đầy chất hàn lâm khi đi thực địa.

Lĩnh vực này thu hút những nhân vật khác thường, không chỉ riêng Murchison, vốn là người đã dành ít nhất 30 năm để đuổi theo lũ cáo, dùng đạn chì bắn rơi những loại chim hiếm; và cũng chẳng thể hiện sự tinh anh về trí tuệ nào ngoài việc đọc tạp chí *Times* và chơi bài. Sau đó ông nhận ra mình có sở thích về các loại đá, và trong khoảng thời gian ngắn đáng kinh ngạc, đã trở thành một nhân vật có tiếng trong lĩnh vực địa chất học.

Sau đó có tiến sĩ James Parkinson, người ban đầu là một nhà xã hội chủ nghĩa và là tác giả của nhiều tập sách nhỏ kêu gọi đấu tranh với tiêu đề như "Cách mạng không đổ máu". Vào năm 1794, ông dính líu đến một âm mưu có vẻ điên khùng: có ý định phi phi

tiêu tẩm độc vào Vua George III khi ông ta đang ngồi trong lô của mình ở rạp hát. Parkinson bị điệu tới trước Hội đồng Cơ mật để thẩm vấn và bị kết án lưu đày tới Úc, nhưng rồi bản án được lặng lẽ rút lại. Chọn một lối sống kín đáo hơn, ông bắt đầu thích lĩnh vực địa chất học và trở thành một thành viên sáng lập của Hội Địa chất kiêm tác giả của một cuốn sách quan trọng trong lĩnh vực này, *Organic Remains of a Former World* [tạm dịch: *Phần hữu cơ còn lại của Cựu Thế giới*], nó vẫn được tái bản trong suốt nửa thế kỷ. Ông không bao giờ gây rắc rối thêm lần nào nữa. Tuy nhiên, ngày nay chúng ta nhớ đến ông nhờ nghiên cứu mang tính bước ngoặt về một chứng bệnh "run và gây liệt" mà từ đó đến nay thường được gọi là Parkinson. (Ông còn nổi tiếng về một chuyện khá nhỏ khác. Vào năm 1785, ông có lẽ đã trở thành người duy nhất trong lịch sử giành được một bảo tàng lịch sử tự nhiên trong một cuộc xổ số. Bảo tàng này nằm tại quảng trường Leicester ở London, được Ngài Ashton Lever sáng lập, nhưng đã khánh kiệt vì không kiềm chế được sở thích sưu tầm các kỳ vật tự nhiên. Parkinson giữ bảo tàng này đến tận năm 1805, khi ông không thể đầu tư để đảm bảo hoạt động của nó thêm nữa, các bộ sưu tập bị chia nhỏ và rao bán).

Charles Lyell có tính cách không mấy nổi bật nhưng lại có tầm ảnh hưởng hơn tất cả những người khác cộng lại. Lyell sinh vào năm mà Hutton qua đời, tại ngôi làng Kinnordy chỉ cách đó 70 dặm. Dù bản thân là người Scotland nhưng ông lớn lên tại vùng viễn nam của Anh, ở New Forest thuộc Hampshire, bởi mẹ ông nghĩ rằng đàn ông Scotland là những gã nát rượu vô tích sự. Theo khuôn thước chung về các nhà khoa học quý tộc thế kỷ XIX, Lyell xuất thân từ một gia đình giàu và có học thức. Cha ông cũng tên là Charles, với một nét riêng, là người rất am hiểu thơ Dante và các loại rêu (*Orthotricium lyelli*, một loại rêu mà nhiều du khách tới các vùng quê ở Anh đôi lần đã ngồi lên, có pháp danh khoa học được đặt theo tên ông). Lyell học được từ cha mình niềm đam mê về lịch sử tự nhiên, song phải đến khi vào Đại học Oxford, nơi ông trúng phải bùa của mục sư William Buckland – người luôn khoác chiếc áo chùng dài – thì chàng trai trẻ Lyell mới bắt đầu cống hiến cả đời mình cho ngành địa chất.

Buckland có một chút kỳ quặc quyến rũ. Ông đạt được một số thành công thật sự, nhưng điều khiến ông được nhớ đến nhiều nhất chính là sự lập dị của mình. Ông đặc biệt được chú ý vì để một đàn thú hoang, trong đó có nhiều loài lớn và nguy hiểm, đi lại trong nhà và vườn; chưa kể ông còn có sở thích ăn mọi loại động vật. Tùy hứng và sự sẵn có, các vị khách tới thăm Buckland có thể được mời món chuột lang nướng, nhím quay hoặc sên biển Đông

Nam Á luộc. Với Buckland, mọi món nấu các loại động vật đều ngon, chỉ trừ loài ruồi vẫn bay đầy trong vườn mà ông luôn ghê tởm. Ông gần như chắc chắn là chuyên gia hàng đầu về phân hóa thạch và sở hữu một chiếc bàn được làm hoàn toàn từ bộ sưu tập mẫu vật của ông.

Ngay cả khi nghiên cứu khoa học nghiêm túc, tính cách của ông nhìn chung vẫn rất đặc biệt. Có lần bà Buckland bị đánh thức lúc nửa đêm vì chồng bà đang bật khóc vì phấn khích: "Em yêu, anh tin chắc rằng dấu chân của *Cheirotherium* giống như của loài rùa." Họ cùng xuống nhà bếp trong bộ quần áo ngủ. Bà Buckland dùng bột nhão rải lên sàn, trong khi ngài Buckland khả kính chạy đi tìm con rùa của gia đình. Ném nó vào đám bột, họ thúc nó bước đi và nhận thấy dấu chân của nó thật sự khớp với những hóa thạch mà Buckland đang nghiên cứu. Charles Darwin cho Buckland chỉ là một gã hề – đó chính xác là từ Darwin đã dùng – nhưng Lyell lại thấy Buckland là một người truyền cảm hứng và thích ông đến mức đã cùng đi du lịch với ông ở Scotland vào năm 1824. Ngay sau chuyến đi này, Lyell quyết định từ bỏ nghề luật và toàn tâm toàn ý nghiên cứu địa chất.

Lyell bị cận thị nặng và gần cả cuộc đời phải chịu đựng tật lác mắt, một điều khiến ông gặp phải không ít rắc rối. (Cuối cùng ông mất thị lực hoàn toàn). Điểm đặc biệt nhỏ nữa là ông thường có những tư thế rất kì quặc khi mải suy nghĩ – nằm vắt qua hai chiếc ghế cùng lúc hoặc "ngả đầu vào một chiếc ghế trong khi vẫn đang đứng" (trích nguyên văn lời của Darwin, bạn ông). Công việc thật sự duy nhất trong đời Lyell là giáo sư địa chất tại Đại học King ở London từ 1831 tới năm 1833. Chính vào thời điểm này ông đã cho ra đời cuốn *The Principles of Geology* [tạm dịch: *Các nguyên lý của địa chất học*], được in thành ba tập trong khoảng thời gian 1830-1833. Xét về nhiều mặt, tác phẩm này mang tính củng cố và phát triển những tư tưởng đã được Hutton nêu ra. (Dù Lyell chưa bao giờ đọc bản gốc các tác phẩm của Hutton, và rất yêu thích ấn bản do Playfair biên soạn lại).

Giữa thời của Hutton và thời của Lyell đã nảy sinh một cuộc tranh luận mới về địa chất học thay cho (nhưng lại thường bị nhầm với) cuộc tranh luận giữa hai thuyết thủy thành và hỏa thành. Cuộc tranh luận mới trở thành cuộc khẩu chiến giữa thuyết tai biến [catastrophism] và thuyết đơn dạng [uniformitarianism] – những danh từ không mấy hấp dẫn cho một cuộc tranh luận diễn ra quá lâu. Những người theo thuyết tai biến, như bạn có thể hình dung ra từ tên gọi của nó, tin rằng Trái Đất được hình thành nhờ những trận đại hồng thủy đột ngột – về cơ bản đó là nguyên nhân khiến

thuyết tai biến thường bị nhầm lẫn và gộp chung với thuyết thủy thành. Thuyết này đặc biệt làm vừa lòng những tu sĩ như Buckland, bởi nó cho phép họ biến trận lụt của Noah trong Kinh Thánh thành những cuộc tranh luận khoa học thật sự. Ngược lại, thuyết đơn dạng tin rằng những thay đổi trên Trái Đất xảy ra từng bước và gần như toàn bộ các quá trình này diễn ra một cách chậm chạp trong khoảng thời gian vô cùng dài. Hutton nên được xem là cha đẻ của lý thuyết này chứ không phải Lyell, nhưng đa số lại chỉ đọc sách của Lyell, và vì thế ông được mọi người thời đó và bây giờ nhớ tới như là người có công khai sinh ra khoa học địa chất hiện đại.

Lyell tin rằng những đợt dịch chuyển của Trái Đất diễn ra thống nhất và đều đặn – những gì từng xảy ra trong quá khứ có thể được lý giải bởi những sự kiện vẫn đang diễn ra ngày nay. Lyell và các môn đồ không chỉ xem thường thuyết tai biến mà còn ghét cay ghét đắng nó. Những người theo thuyết này tin rằng sự tuyệt chủng là một phần của một chuỗi mà trong đó các loài động vật liên tiếp bị gạt bỏ và thay thế bởi các loài mới – một niềm tin mà nhà tự nhiên học T. H. Huxley đã chế giễu bằng cách ví nó như "một loạt quân bài, mà cuối cùng người chơi buồn chán và đòi hỏi một bộ bài mới". Đây là cách lý giải quá dễ dàng về những điều chưa biết. "Không có thứ giáo điều nào có khả năng khuyến khích sự lười biếng và khiến người ta thui chột trí tò mò hơn thế," Lyell khịt mũi.

Thiếu sót của Lyell không phải không đáng kể. Ông không giải thích được một cách thuyết phục các dãy núi hình thành do đâu và bỏ qua những dòng sông băng như một tác nhân gây ra thay đổi. Ông phủ nhận ý tưởng của Agassiz về kỷ Băng hà – hay thời kỳ đóng băng toàn cầu, như ông gọi đại khái thế – và tin chắc rằng động vật có vú "có thể được tìm thấy ở những tầng hóa thạch cổ xưa nhất". Ông phản đối quan điểm cho rằng các loài động thực vật đã bị hủy diệt đột ngột, và tin rằng những nhóm động vật chính – động vật có vú, bò sát, cá, v.v.. – đã tồn tại từ thuở bình minh của lịch sử. Sau này, ông bị chứng minh là đã hoàn toàn sai lầm về tất cả những điều đó.

Nhưng có lẽ không cần phóng đại thì tầm ảnh hưởng của Lyell vẫn là cực lớn. Cuốn *Các nguyên lý của địa chất học* xuất hiện với 12 ấn bản trong đời ông và chứa những khái niệm mang tính định hướng cho các tư tưởng về địa chất của thế kỷ XX. Darwin đã mang ấn bản đầu tiên lên chuyến hải hành *Beagle* và sau đó viết rằng "giá trị to lớn của cuốn *Các nguyên lý* là nó đã thay đổi cách suy nghĩ của mỗi người, và vì thế, khi nhìn một thứ mà Lyell chưa

từng quan sát, người ta vẫn quan sát nó một phần qua đôi mắt của ông." Tóm lại, cũng như nhiều người cùng thời, Darwin gần như xem Lyell là một vị thánh. Thêm một minh chứng cho tầm ảnh hưởng của Lyell đó là vào những năm 1980, khi các nhà địa chất phải từ bỏ một phần lý thuyết của ông để lý giải theo thuyết tuyệt chủng do va đập, điều này gần như đã giết họ. Nhưng câu chuyện này sẽ được kể trong một chương khác.

Trong khi đó, khoa học địa chất có rất nhiều công việc phân loại phải tiến hành và không phải tất cả đều diễn ra suôn sẻ. Ban đầu, các nhà địa chất cố gắng phân loại các loại đá theo thời kỳ mà chúng hình thành, nhưng thường sẽ có những bất đồng nghiêm trọng về việc đặt ra các mốc phân định – đó chính là cuộc tranh luận kéo dài được biết đến với cái tên Cuộc Đại luận về kỷ Devon. Vấn đề phát sinh khi giám mục Cambridge, Adam Sedgwick, tuyên bố một lớp đá thuộc kỷ Cambria, còn Roderick Murchison tin nó phải thuộc kỷ Silur. Cuộc tranh luận diễn ra trong nhiều năm và càng lúc càng dữ dội. "De la Beche là một con chó bẩn thỉu," Murchison đã viết như vậy trong thư gửi một người bạn khi ông đang nổi giận.

Bạn có thể cảm nhận được phần nào những thang cảm xúc khi đọc qua tiêu đề các chương trong cuốn *The Great Devonian Controversy* [tạm dịch: *Cuộc Đại luận về kỷ Devon*] xuất sắc và ảm đạm của Martin J. S. Rudwick. Cuốn sách bắt đầu khá kín đáo với các tiêu đề như "Đấu trường của Cuộc tranh luận lịch thiệp" và "Giải mã Đá Xám", nhưng sau đó đã là "Bảo vệ và tấn công Đá Xám", "Những lời trách cứ và buộc tội", "Sự lan truyền của những tin đồn xấu", "Kẻ thêu dệt rút lại lời trái đạo lý", "Trả kẻ quê kệch về đúng chỗ" và (đừng nhầm tưởng đây là một cuộc chiến) "Murchison mở chiến dịch Rhineland". Cuộc tranh luận cuối cùng chấm dứt vào năm 1879 nhờ một biện pháp đơn giản là đưa thêm một kỷ trung gian, kỷ Ordovic, vào giữa kỷ Cambria và kỷ Silur.

Vì nước Anh đóng vai trò tích cực nhất trong những năm đầu của khoa học địa chất, cho nên những cái tên tiếng Anh chiếm ưu thế trong từ điển địa chất. *Devonian* tất nhiên bắt nguồn từ tên của quận Devon. *Cambrian* bắt nguồn từ tên của xứ Wales trong tiếng Latin, trong khi *Ordovician* và *Silurian* gợi nhớ tới hai bộ lạc cổ của xứ này, Ordovices và Silures. Tuy nhiên, với sự gia tăng các cuộc thăm dò địa chất ở nhiều nơi khác, tên gọi bắt đầu đa dạng hơn. *Jurassic* liên quan tới dãy núi Jura nằm ở biên giới giữa Pháp và Thụy Sĩ. *Permian* vốn là tên gọi của tỉnh Perm trước đây thuộc Nga, nằm trên dãy núi Ural. Còn *Cretaceous* (tiếng Latin có nghĩa là phấn), chúng ta phải biết ơn nhà địa chất học người Bỉ với cái

tên rất vui tươi J. J. d'Omalius d'Halloy.

Ban đầu, lịch sử địa chất được chia thành bốn khoảng thời gian: thứ nhất, thứ hai, thứ ba và thứ tư. Nhưng hệ thống này quá đơn giản để có thể đứng vững và các nhà địa chất học nhanh chóng đưa ra những cách phân chia mới đồng thời loại bỏ những cách phân chia cũ. Khoảng thứ nhất và thứ hai đều không còn được sử dụng, trong khi khoảng thứ tư bị một số người loại bỏ và một số người giữ lại. Ngày nay, chỉ có khoảng thứ ba còn được hiểu giống nhau ở mọi nơi, cho dù nó không còn đại diện cho khoảng thứ ba của bất cứ cách phân chia nào.

Lyell, trong cuốn *Các nguyên lý*, đã bổ sung các đơn vị khác được biết đến như là thế hay chuỗi để gọi tên khoảng thời gian từ thời kỳ khủng long, trong đó có Pleistocene ("gần nhất"), Pliocene ("gần hơn"), Miocene ("khá gần") và một đại với tên gọi mơ hồ một cách khả ái Oligocene ("nhưng vẫn gần một chút"). Ban đầu, Lyell định cho thêm đuôi "-synchronous" vào các từ này với mục đích đem lại những tên gọi rất kêu như Meiosynchronous hay Pleiosynchronous. Nhưng mục sư William Whewell, một nhân vật có ảnh hưởng, đã phản đối dựa trên căn cứ từ nguyên học và đề xuất sử dụng hậu tố "-eous", từ đó, chúng ta có Meioneous, Pleioneous chẳng hạn. Các thuật ngữ với hậu tố "-cene" vì thế có tính chất như một sự thỏa hiệp.

Ngày nay, nói một cách chung chung, thì lịch sử địa chất được chia làm bốn giai đoạn, được gọi là các đại: Tiền Cambri, Palaeozoic (bắt nguồn từ tiếng Hy Lạp có nghĩa là "cổ sinh"), Mesozoic ("trung sinh") và Cenozoic ("tân sinh"). Bốn đại này lại được chia nhỏ hơn nữa thành 12 đến 20 nhóm nhỏ, thường được gọi là các kỷ, dù đôi khi còn được gọi là các hệ. Chúng ta đã biết về đa số chúng khá rõ như Phấn trắng, Jura, Trias và Silur.[1]

---

[1] · Dù trong cuốn sách này không có mục kiểm tra bài cũ nhưng nếu bạn buộc phải ghi nhớ chúng, có thể bạn sẽ cần lời khuyên hữu ích của John Wilford để nghĩ về các đại (Tiền Cambri, Cổ Sinh, Trung Sinh, Tân Sinh) như các mùa trong năm, còn các kỷ (Permi, Trias, Juras, v.v..) như các tháng trong năm.

Sau đó đến các thế của Lyell – thế Pleistocene, Miocene, v.v.. – áp dụng cho 65 triệu năm gần đây nhất và cũng là giai đoạn phức tạp nhất về cổ sinh vật học; cuối cùng, chúng ta có rất nhiều đơn vị nhỏ hơn được biết đến với tên gọi là kỳ hay thời. Tên của chúng được đặt theo các địa danh và thường vô nghĩa, chẳng hạn như *Illinoian, Desmoinesian, Croixian, Kimmeridgian*. Theo John

McPhee, tổng số chúng lên tới "hàng trăm". May mắn thay, trừ khi bạn chọn địa chất là nghề nghiệp của mình, nhiều khả năng bạn sẽ không phải nghe về chúng thêm một lần nào nữa.

Một vấn đề gây khó hiểu nhiều hơn là: ở Bắc Mỹ, các kỳ hay các thời có tên gọi khác với ở châu Âu và chỉ gần giao nhau về mặt thời gian. Vì thế giai đoạn có tên là Cincinnatian ở Bắc Mỹ gần như tương ứng với giai đoạn Ashgillian ở châu Âu, nhưng thêm một phần nhỏ của giai đoạn trước đó là Caradocian.

Đồng thời, điều này cũng khác nhau ở tùy từng cuốn sách và mỗi tác giả, thế nên một số người mô tả bảy kỷ nguyên gần đây, trong khi một số khác chỉ có bốn. Trong một số cuốn sách, bạn cũng có thể thấy các khoảng thứ ba và thứ tư được thay thế bằng các kỷ khác gọi là Palaeogene và Neogene. Một số tài liệu sẽ chia thời kỳ Tiền Cambri thành Liên đại Thái Cổ rất xa xưa và Liên đại Nguyên Sinh gần đây hơn. Đôi khi bạn sẽ gặp thuật ngữ Liên đại Hiển sinh được dùng để mô tả khoảng thời gian bao trùm cả ba đại Tân Sinh, Trung Sinh và Cổ Sinh.

Hơn nữa, tất cả những cách chia trên đây chỉ mới đề cập tới đơn vị *thời gian*. Những lớp đá được phân chia theo các đơn vị riêng được gọi là hệ, chuỗi hoặc thời. Cũng có sự khác biệt giữa khái niệm sớm hay muộn (theo thời gian) và trên hay dưới (theo các lớp đá). Những điều này có thể khiến những người ngoại đạo thấy quá rắc rối, nhưng với một nhà địa chất thì đây có thể là đam mê. "Tôi đã thấy những người đàn ông trưởng thành đã đốt đến cháy sáng giai đoạn là một phần nhỏ của một giây trong lịch sử sự sống bằng cơn thịnh nộ của họ," nhà cổ sinh vật học người Anh, Richard Fortey, đã viết như thế về cuộc tranh luận kéo dài trong thế kỷ XX về ranh giới giữa kỷ Cambria và kỷ Ordovic.

Ngày nay, ít nhất chúng ta có thể dựa vào những kỹ thuật xác định niên đại tinh vi. Đối với các nhà địa chất thế kỷ XIX, họ hầu như không có gì để dựa vào ngoài sự suy đoán. Phần khó khăn khi đó là dù họ có thể xếp rất nhiều đá và hóa thạch theo niên đại của chúng, nhưng lại không biết mỗi giai đoạn như vậy kéo dài bao lâu. Khi Buckland dự đoán về niên đại của một bộ xương ngư long, ông không thể làm gì hơn ngoài việc cho rằng nó đã sống vào khoảng từ "10.000 lần hoặc hơn của 10.000 năm" trước.

Dù không có cách đáng tin cậy nào để xác định các niên đại nhưng có không ít người đã nỗ lực làm điều này. Một trong những nỗ lực đầu tiên nổi tiếng nhất được tiến hành vào năm 1650, khi giám mục James Ussher của Giáo hội Ireland đã nghiên cứu rất kỹ Kinh

Thánh cùng các tài liệu lịch sử khác, và rút ra kết luận trong bộ sách dày *Annals of the Old Testament* [tạm dịch: *Biên niên sử Cựu ước*], rằng Trái Đất được tạo ra vào ngày 23 năm 4004 TCN. Xin nói thêm rằng điều này đã gây hứng thú cho không ít sử gia và nhà viết sách giáo khoa từ đó đến nay.[1]

---

[1]· Dù hầu như mọi cuốn sách đều dành một phần nói về ông nhưng có một sự khác biệt đáng kể ở các chi tiết liên quan tới Ussher. Một số cuốn sách nói ông đưa ra tuyên bố này vào năm 1650, một số khác nói năm 1654, thậm chí năm 1664. Một số cuốn sách trích dẫn ngày ra đời của Trái Đất là 26. Ít nhất có một cuốn sách đã ghi nhầm tên ông thành "Usher". Vấn đề thú vị này đã được Stephen Jay Gould khảo sát và ghi lại trong cuốn Eight Little Piggies [tạm dịch: Tám con heo con].

Có một lời đồn đại từ rất lâu – thậm chí được nêu lên trong nhiều cuốn sách nghiêm túc – rằng quan điểm của Ussher đã chi phối các tư tưởng khoa học mãi cho đến tận thế kỷ XIX và chính Lyell là kẻ đã lay tỉnh mọi người. Stephen Jay Gould trong cuốn *Time's Arrow* [tạm dịch: *Mũi tên của thời gian*] đã lấy câu sau đây trong một cuốn sách nổi tiếng của thập niên 1980 làm ví dụ điển hình: "Cho đến khi Lyell xuất bản cuốn sách của mình, đa số các học giả chấp nhận ý tưởng rằng Trái Đất rất non trẻ". Thật ra không phải vậy. Như Martin J. S. Rudwick đã cho biết, "không có nhà địa chất mang bất cứ quốc tịch nào có những công trình được các nhà địa chất khác xem là nghiêm túc lại cổ súy cho một khung thời gian nằm trong phạm vi được diễn giải bởi Kinh Thánh". Ngay cả Buckland, mục sư sùng đạo điển hình của thế kỷ XIX, cũng nhận định rằng Kinh Thánh không hề nói Chúa tạo ra Thiên Đàng và Trái Đất trong ngày đầu tiên mà chỉ nói là "khởi đầu". Và sự khởi đầu đó, ông giải thích, có thể kéo dài "hàng triệu, hàng triệu năm". Ai cũng đồng tình rằng Trái Đất phải rất cổ xưa. Câu hỏi đơn giản là: cổ xưa đến mức nào?

Một trong những ý tưởng tốt hơn đầu tiên về việc xác định niên đại của hành tinh đến từ người luôn đáng tin cậy, Edmond Halley. Năm 1715, ông đề xuất rằng nếu bạn chia tổng lượng muối có trong các đại dương trên thế giới cho lượng muối được thêm vào đó mỗi năm, bạn sẽ có được số năm mà các đại dương đã tồn tại và cũng gần như là số tuổi của Trái Đất. Đây là một cách lập luận rất hấp dẫn nhưng không ai biết có bao nhiêu muối trong nước biển cũng như mỗi năm nó tăng thêm bao nhiêu. Điều đó khiến thí nghiệm này thực tế không khả thi.

Nỗ lực đo đạc đầu tiên có thể xem là có hơi hướng mang tính khoa

học do một người Pháp là Georges-Louis Leclerc, Bá tước vùng Buffon, tiến hành vào những năm 1770. Từ lâu người ta đã biết Trái Đất tỏa ra một lượng nhiệt lớn – điều này rất rõ ràng nếu bạn đi sâu xuống một mỏ than – nhưng không có cách nào tính được mức tiêu hao nhiệt. Thí nghiệm của ông bao gồm việc nung các khối cầu cho đến khi chúng nóng sáng và ước lượng mức tiêu hao nhiệt bằng cách chạm vào chúng (ban đầu là chạm rất nhẹ) khi chúng nguội dần đi. Từ đó, ông cho rằng tuổi của Trái Đất vào khoảng từ 75.000 đến 168.000 năm. Tất nhiên đây là một kết quả quá thấp; tuy nhiên chính ý tưởng về bức xạ đã khiến ông bị dọa rút phép thông công vì phát biểu nó. Là một người thực tế, ông lập tức xin lỗi về niềm tin dị giáo thiếu lý trí của mình, nhưng rồi vẫn hào hứng nhắc lại ý tưởng đó một cách quả quyết trong các tác phẩm sau này. Cho đến giữa thế kỷ XIX, đa số các học giả nghĩ rằng Trái Đất ít nhất đã một vài triệu tuổi hoặc thậm chí là vài chục triệu tuổi, nhưng có lẽ là không nhiều hơn thế. Vì vậy vào năm 1859, Darwin đã khiến người ta ngạc nhiên vì trong cuốn On the Origin of species[1], ông tuyên bố rằng theo tính toán của ông, các quá trình địa chất tạo ra Weald, một vùng ở miền Nam nước Anh trải dài qua Kent, Surrey và Sussex, đã mất 306.662.400 năm để hoàn thành. Điều này thật đáng chú ý, một phần vì nó xác quyết một con số cụ thể, và hơn thế nữa là nó đi ngược lại niềm tin phổ biến về tuổi của Trái Đất.[2] Nó gây tranh cãi nhiều đến mức trong lần tái bản thứ ba của cuốn sách, Darwin đã rút lại con số này. Tuy nhiên, cốt lõi của vấn đề vẫn còn đó. Darwin và các nhà khoa học địa chất, bạn của ông, muốn Trái Đất thật già, nhưng không ai biết cách để làm điều đó.

1· Tên đầy đủ của cuốn sách là: On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life bản dịch tiếng Việt: Nguồn gốc các loài, Trần Bá Tín dịch, NXB Tri thức, 2009.

2· Darwin yêu thích các con số chính xác. Trong một công trình về sau, ông tuyên bố rằng số lượng giun trung bình được tìm thấy trong một mẫu đất ở nước Anh là 53.767.

---

* * *

Không may cho Darwin và sự tiến bộ, câu hỏi này thu hút sự chú ý của Huân tước Kelvin vĩ đại (dù đến lúc đó ông vẫn chỉ là William Thomson; ông không được thăng tước cho đến tận năm 1892 ở tuổi 68, khi ông sắp kết thúc sự nghiệp, ở đây tôi sẽ sử dụng cách gọi tên ngược về trước). Kelvin là một trong những nhân vật khác thường nhất thế kỷ XIX – thật sự là, bất kỳ thế kỷ nào. Nhà khoa

học người Đức, Hermann von Helmholtz, đã viết rằng Kelvin cho đến thời điểm đó là người "thông minh, sáng suốt, có tư duy linh hoạt" nhất mà ông từng gặp. "Đôi lúc tôi cảm thấy mình thật vụng về khi đứng cạnh Ngài," ông viết thêm và pha chút chán nản.

Tình cảm đó là điều dễ hiểu, vì Kelvin thật sự là một kiểu siêu nhân thời Victoria. Sinh năm 1824 ở Belfast, là con của một giáo sư toán học tại Viện Hàn lâm Hoàng gia, ông cùng gia đình sớm rời tới Glasgow. Tại đây, Kelvin đã chứng minh mình là một thần đồng và được nhận vào học tại Đại học Glasgow khi chỉ mới 10 tuổi. Khi bước sang tuổi 20, ông học ở các học viện tại London và Paris, sau đó tốt nghiệp Đại học Cambridge (nơi ông nhận được giải nhất toàn trường về đua thuyền và toán học, đồng thời cũng có thời gian để thành lập một hội âm nhạc), được bầu làm trợ giảng của trường Peterhouse và viết hàng chục bài báo (cả bằng tiếng Pháp và tiếng Anh) về toán học lý thuyết và ứng dụng có tính mới mẻ cao đến mức ông phải công bố chúng ẩn danh vì không muốn gây phiền lòng các bậc tiền bối. Ở tuổi 22, ông trở lại Glasgow để đảm nhận chức danh giáo sư về triết học tự nhiên, vị trí mà ông giữ trong suốt 53 năm sau đó.

Trong suốt sự nghiệp lâu dài của mình (ông sống tới năm 1907, thọ 83 tuổi), ông đã viết 661 công trình, tích lũy được 69 bằng sáng chế (nhờ đó, ông trở nên vô cùng giàu có) và được ghi nhận ở hầu khắp các nhánh của khoa học vật lý. Trong số đó, ông đã gợi ý phương pháp trực tiếp dẫn đến việc phát minh ra tủ lạnh, chế ra thang đo nhiệt độ tuyệt đối mang tên ông, phát minh ra thiết bị tăng thế mà nhờ đó những bức điện tín có thể vượt đại dương, đồng thời đưa ra vô số cải tiến trong lĩnh vực vận tải biển và hàng hải, từ việc tạo ra la bàn hàng hải thông dụng cho tới chiếc máy dò độ sâu đầu tiên. Đây mới chỉ là những thành quả thực tiễn của ông.

Những phát hiện lý thuyết về điện từ, nhiệt động học và lý thuyết sóng về ánh sáng của ông đều mang tính cách mạng tương tự.[1] Ông chỉ có một sai sót đó chính là không thể tính chính xác tuổi của Trái Đất. Câu hỏi này chiếm phần lớn thời gian trong nửa sau sự nghiệp của ông, nhưng ông không thể tiệm cận một lời giải thỏa đáng. Nỗ lực đầu tiên của ông vào năm 1862 là một bài viết đăng trên tạp chí *Macmillan's* rất nổi tiếng, theo đó, Trái Đất khoảng 98 triệu tuổi, nhưng cũng cẩn thận cho rằng con số có thể xê dịch xuống 20 triệu hoặc lên đến 400 triệu. Với một sự thận trọng đáng chú ý, ông thừa nhận rằng việc tính toán của mình có thể sai nếu "các nguồn mà chúng ta chưa biết được chuẩn bị trước

trong một nhà kho vĩ đại của tạo hóa" – nhưng rõ ràng ông không hề nghĩ vậy.

1· Đặc biệt, ông đã phát triển Định luật II về nhiệt động học. Việc bàn về các định luật này sẽ cần hẳn một cuốn sách, nhưng ở đây tôi xin cung cấp phần tóm tắt ngắn gọn của nhà hóa học P. W. Atkins, chỉ nhằm mục đích giúp độc giả hiểu sơ qua về chúng: "Có tất cả bốn định luật. Cái thứ ba, tức Định luật II, được tìm ra đầu tiên; còn cái đầu tiên, Định luật 0, được đưa ra cuối cùng; Định luật I là cái thứ hai; và Định luật III có thể không hẳn là một định luật giống như các trường hợp còn lại." Nói ngắn gọn, Định luật II cho rằng một phần năng lượng luôn bị hao phí. Bạn không thể có được động cơ vĩnh cửu vì dù hoạt động hiệu quả đến thế nào, nó cũng sẽ hao phí năng lượng và cuối cùng ngừng hoạt động. Định luật I cho rằng bạn không thể tạo ra năng lượng và Định luật III cho rằng bạn không thể giảm các nhiệt độ về 0 tuyệt đối; sẽ luôn có một chút hơi ấm sót lại. Như Dennis Overbye nhận định, ba định luật này đôi khi có thể được trình bày một cách vui vẻ như sau (1) bạn không thể chiến thắng, (2) bạn không thể hòa và (3) bạn không thể dừng cuộc chơi.

Khi thời gian qua đi, Kelvin càng ngày càng trở nên thẳng thắn và ít chính xác hơn khi đưa ra các nhận định. Ông liên tục điều chỉnh các phán đoán của mình theo hướng giảm xuống, từ tối đa 400 triệu năm xuống còn 100 rồi 50 triệu năm, và cuối cùng vào năm 1897, chỉ còn 24 triệu năm. Kelvin không hề cố ý. Chỉ đơn giản bởi không có gì trong vật lý có thể giải thích tại sao một thiên thể cỡ Mặt Trời có thể cháy liên tục hàng chục lần trong hàng triệu năm mà vẫn không cạn kiệt nhiên liệu. Vì thế, theo đó, người ta cho rằng Mặt Trời và các hành tinh đều tương đối trẻ.

Vấn đề là gần như mọi bằng chứng hóa thạch đều đối lập với nhận định này và bất ngờ là trong thế kỷ XIX đột nhiên có *rất nhiều* bằng chứng như vậy.

06

Khoa học nhuốm máu nơi nanh vuốt

Năm 1787, có ai đó tại New Jersey – chính xác là ai thì không rõ – tìm thấy một khúc xương đùi khổng lồ chìa ra bờ suối ở Woodbury Creek. Khúc xương đó không thuộc về bất cứ loài sinh vật nào còn sống, nhất là ở New Jersey. Với những gì ít ỏi chúng ta biết được ngày nay, thì có lẽ đó là xương của một con khủng long mỏ vịt khổng lồ. Tại thời điểm đó, người ta chưa biết tới các loài khủng long.

Khúc xương được gửi tới tiến sĩ Caspar Wistar, một nhà giải phẫu hàng đầu của cả nước, và ông đã mô tả về nó tại cuộc họp của Hội Triết học Hoa Kỳ ở Philadelphia vào mùa thu năm đó. Không may, Wistar đã không thể nhận ra được điểm nổi bật của khúc xương nên chỉ có thể đưa ra được vài nhận định thận trọng và không mấy hấp dẫn rằng nó thật sự khổng lồ. Vì thế, ông đã bỏ lỡ cơ hội vượt trước bất cứ ai nửa thế kỷ để trở thành người phát hiện ra khủng long. Thực ra, khúc xương thu hút được ít sự quan tâm đến nỗi nó bị bỏ xó trong một kho lưu trữ và cuối cùng đã biến mất. Điều đó có nghĩa là xương khủng long đầu tiên được phát hiện đã biến mất.

Việc khúc xương không gây được chú ý thật là kỳ lạ, bởi nó xuất hiện vào đúng thời điểm nước Mỹ đang phát sốt vì những gì còn sót lại của các sinh vật cổ xưa to lớn. Cơn sốt đó là do một khẳng định của nhà tự nhiên học người Pháp, Bá tước Buffon – người đã đốt nóng những khối cầu trong chương trước – rằng mọi sinh vật sống ở Tân Thế giới đều hạ cấp ở mọi khía cạnh so với ở Cựu Thế giới[1]. Nước Mỹ, Buffon viết trong tác phẩm vĩ đại và đầy tự tôn *Histoire naturelle* [tạm dịch: *Lịch sử tự nhiên*], là một vùng đất nơi nguồn nước thì cạn kiệt, đất đai thì cằn cỗi, động vật thì vừa nhỏ

thó lại thiếu sức sống, thể trạng của chúng yếu đuối bởi hơi độc bốc lên từ những đầm lầy thối rữa và những khu rừng không có ánh sáng mặt trời. Trong một môi trường như vậy, ngay cả những người Anh-điêng bản địa cũng thiếu nam tính. "Họ không có tóc, râu hay lông trên cơ thể," Buffon nêu lên một cách thông thái, "và không hấp dẫn đối với phụ nữ". Cơ quan sinh dục của họ "nhỏ và yếu ớt".

1· Tân Thế giới chỉ châu Mỹ. Cựu Thế giới chỉ những nơi đã được người châu Âu biết đến trước năm 1492.

Những quan sát của Buffon nhận được sự ủng hộ đầy bất ngờ từ các tác giả khác, nhất là những người mà các kết luận của họ không bị phức tạp hóa bởi đã quá quen thuộc với đất nước này. Một người Hà Lan là Corneille de Pauw đã công bố công trình nổi tiếng *Recherches philosophiques sur les Américains* [tạm dịch: *Những nghiên cứu triết học về người Mỹ*] cho rằng đàn ông Mỹ không chỉ không có khả năng duy trì nòi giống mà còn "thiếu nam tính đến mức họ có sữa trong bầu ngực". Những quan điểm đó có sức sống lâu đến mức không tưởng và bạn sẽ dễ dàng thấy chúng được lặp đi lặp lại trong các tài liệu châu Âu cho đến gần cuối thế kỷ XIX.

Không có gì bất ngờ khi những lời nhạo báng đó đã được tiếp nhận một cách phẫn nộ tại Mỹ. Thomas Jefferson đã phản bác một cách dữ dội (và cũng khá bối rối, trừ khi mọi người hiểu được ngữ cảnh) trong tác phẩm *Notes on the State of Virginia* [tạm dịch: *Các ghi chú về Bang Virginia*] và thuyết phục bạn của ông ở New Hampshire, tướng John Sullivan, phái 20 lính vào các khu rừng phía Bắc nhằm tìm một con nai sừng tấm to bằng con bò để đặt ra trước Buffon như một bằng chứng về tầm vóc và sự uy nghiêm của động vật bốn chân ở Mỹ. Họ mất hai tuần để tìm thấy một đối tượng phù hợp. Con nai sừng tấm khi bị bắn hạ không may lại thiếu mất cặp sừng mà Jefferson đã yêu cầu, nhưng Sullivan đã nhanh trí đề xuất lấy gạc của một con hươu hay một con nai khác thế vào. Đằng nào thì ở Pháp cũng đâu có ai biết được việc này?

Cùng lúc đó, tại Philadelphia – thành phố của Wistar – các nhà tự nhiên học đã bắt đầu sắp xếp xương của một sinh vật khổng lồ giống như con voi, ban đầu được gọi là "sinh vật bí ẩn của nước Mỹ", nhưng về sau được xác định, dù không thật sự chính xác, là một con voi ma mút. Những chiếc xương đầu tiên được phát hiện ở một nơi gọi là Big Bone Lick tại Kentucky, nhưng sau đó được tìm thấy ở khắp nơi. Nước Mỹ rõ ràng đã từng là quê hương của

một loài sinh vật quan trọng – nó chắc chắn sẽ phủ nhận những luận điểm ngớ ngẩn của Buffon ở xứ Gô Loa.

Trong nỗ lực làm sáng tỏ tầm vóc và sức mạnh của sinh vật bí ẩn, các nhà tự nhiên học Mỹ dường như đã đi quá xa. Họ đánh giá kích cỡ của nó lớn hơn đến 6 lần và gán cho nó những móng vuốt đáng sợ, trong khi thật ra chúng thuộc về một con Megalonyx, tức con lười đất khổng lồ, được phát hiện gần đó. Đáng chú ý là họ tự thuyết phục rằng con vật có "sự nhanh nhẹn và tàn bạo của loài hổ", và được minh họa bằng hình ảnh: từ những tảng đá, nó tấn công con mồi bằng sự khéo léo của loài mèo. Khi nanh được phát hiện, chúng được gắn lên đầu con vật này theo mọi cách sáng tạo có thể. Một nhà phục chế còn gắn các nanh theo chiều ngược, như nanh của một con mèo răng kiếm, điều đó thật sự gây ấn tượng về sự hung tợn. Một người khác lại sắp xếp các nanh để chúng khum xuống dựa theo một giả thuyết đầy hấp dẫn rằng sinh vật này từng sống dưới nước và đã sử dụng nanh để neo mình vào các thân cây khi ngủ lơ mơ. Nhận định đúng nhất về sinh vật bí ẩn này là việc nó có lẽ đã tuyệt chủng – một chi tiết mà Buffon vui mừng tóm lấy làm bằng chứng về tính chất thoái hóa không phải bàn cãi của thiên nhiên nơi đây.

Buffon qua đời năm 1788, nhưng cuộc tranh luận thì vẫn tiếp tục. Vào năm 1795, một số xương được lựa chọn để gửi sang Paris, nơi chúng được ngôi sao của ngành cổ sinh vật học, một chàng quý tộc trẻ là Georges Cuvier, kiểm tra. Cuvier đã khiến nhiều người ngưỡng mộ vì biệt tài xếp những đống xương rời rạc thành các hình dạng. Người ta cho rằng anh có thể mô tả bề ngoài và đặc trưng của một con vật chỉ nhờ một chiếc răng hay mảnh xương hàm của nó và dễ dàng gọi tên giống loài của nó. Nhận thấy rằng không có ai ở Mỹ có ý định đưa ra một mô tả chính thức về con thú khổng lồ này, Cuvier đã làm vậy, nhờ đó được công nhận là người đã phát hiện ra nó. Ông gọi nó là *mastodon* (voi răng mấu, thật bất ngờ, ý nghĩa của tên gọi này là "răng hình núm vú").

Được tạo cảm hứng bởi cuộc tranh luận, vào năm 1796, Cuvier đã viết một công trình rất quan trọng, *Note on the Species of Living and Fossil Elephants* [tạm dịch: *Ghi chép về các loài voi đang sống và đã hóa thạch*], trong đó, lần đầu tiên ông đưa ra một lý thuyết chính thống về sự tuyệt chủng. Ông cho rằng có đôi lần Trái Đất đã trải qua những thảm họa toàn cầu, trong đó có các nhóm sinh vật sẽ bị loại bỏ. Với những người theo đạo, trong đó có Cuvier, ý tưởng này đem lại những hàm ý không mấy thoải mái vì nó ám chỉ vô số lần vô trách nhiệm của Thiên Chúa. Ngài tạo ra muôn loài làm gì để cuối cùng chỉ nhằm chấm dứt sự tồn tại của chúng.

Ý niệm này trái ngược với niềm tin vào Chuỗi sống vĩ đại [Great Chain of Being], theo đó thế giới có một trật tự chính xác và mọi sinh vật tồn tại đều có không gian và mục đích riêng, luôn và mãi mãi là như thế. Jefferson ban đầu không thể chấp nhận rằng cả một loài được phép biến mất (hay, gần như thế là tiến hóa). Vì thế, khi nhận thấy việc đưa một đoàn thám hiểm vào sâu trong nước Mỹ ở vùng Mississippi vừa mang ý nghĩa khoa học vừa có ý nghĩa chính trị, ông đã đồng ý ngay và hy vọng họ sẽ tìm thấy những con voi răng mấu hoặc các sinh vật ngoại cỡ khác đang gặm cỏ trên những đồng bằng mênh mông. Thư ký riêng của Jefferson và cũng là người bạn tin cẩn của ông, Meriwether Lewis, được chọn là đồng chỉ huy cuộc viễn thám cùng William Clark, cùng một nhà tự nhiên học hàng đầu. Người được chọn để đưa ra lời khuyên về việc phải tìm kiếm điều gì liên quan tới các loài động vật còn sống và đã chết không ai khác chính là Caspar Wistar.

Cùng năm đó – thực ra là cùng tháng – chàng quý tộc Cuvier trứ danh đã đưa ra các lý thuyết về tuyệt chủng của mình ở Paris, còn ở đầu kia của eo biển Anh, một người Anh kém nổi bật hơn đã hiểu rõ giá trị của các hóa thạch vốn bị phân tầng từ rất lâu. William Smith là một giám sát xây dựng còn trẻ tại Kênh đào Mỏ than Somerset. Vào tối ngày 5 tháng Một năm 1796, khi đang ngồi trong nhà lưu trú tại Somerset, ông chợt nảy ra một ý tưởng mà về sau sẽ làm nên tên tuổi của ông. Để giải mã các loại đá, cần phải dựa vào một công cụ thích hợp nào đó nhằm xác định đá chứa than từ kỷ Devon trẻ hơn đá từ kỷ Cambri từ xứ Wales. Smith đã nhận ra rằng câu trả lời nằm ở các hóa thạch. Với mỗi thay đổi trong địa tầng, một số loại hóa thạch nhất định biến mất trong khi các loại khác vẫn lưu lại trong các lớp sau. Bằng cách ghi chú xem các loài nào xuất hiện ở lớp đá nào, bạn có thể tính tuổi tương đối của các lớp đá. Dựa vào kiến thức của một nhà khảo sát, Smith lập ngay được một bản đồ địa tầng nước Anh, tài liệu này được xuất bản vào năm 1815 sau rất nhiều nỗ lực và trở thành nền tảng của địa chất học hiện đại. Câu chuyện này được ghi lại đầy đủ trong cuốn sách nổi tiếng của Simon Winchester – *The map that changed the world* [tạm dịch: *Tấm bản đồ làm thay đổi thế giới*].

Nhưng dù đã có ý tưởng này, Smith lại không mấy hứng thú với việc tìm hiểu nguyên nhân khiến các địa tầng đã được sắp xếp như vậy. “Tôi không còn băn khoăn về nguồn gốc của địa tầng và tự nhủ rằng bởi lẽ nó phải là như vậy,” ông thuật lại. “Những câu hỏi tại sao và do đâu không thể xuất hiện trong lĩnh vực của một nhà giám sát khai khoáng.”

Phát hiện của Smith về địa tầng càng khiến mặt đạo Đức trong

vấn đề tuyệt chủng thêm đen tối. Trước hết, nó khẳng định rằng Chúa đã xóa bỏ các sinh vật dù không thường xuyên nhưng lặp lại nhiều lần. Điều này khiến Ngài không chỉ vô tâm mà còn không thân thiện. Nó cũng khiến việc giải thích tại sao một số loài bị loại trừ trong khi một số loài vẫn bình an vô sự cho đến niên đại sau trở nên vô cùng cần thiết. Rõ ràng có nhiều sự tuyệt chủng hơn là được nhắc đến trong trận Đại hồng thủy của Noah, trận Đại hồng thủy được nhắc đến trong Kinh Thánh. Cuvier đã giải thích vấn đề này theo một cách để tự làm mình hài lòng rằng Sáng thế ký chỉ nhắc tới trận lụt gần đây nhất. Dường như Chúa không muốn làm rối trí hoặc cảnh báo Moses về những lần tuyệt chủng trước đó, bởi chúng không mấy quan trọng.

Vào những năm đầu của thế kỷ XIX, hóa thạch thật sự đóng một vai trò khá quan trọng, điều này khiến việc Wistar không nhận thấy ý nghĩa của đoạn xương khủng long trở nên đáng tiếc hơn bao giờ hết. Đột nhiên, trong rất nhiều hoàn cảnh khác nhau, các mẩu xương được phát hiện ở khắp mọi nơi. Có một vài cơ hội để người Mỹ giành lại vinh quang phát hiện khủng long, nhưng tất cả đều bị lãng phí. Vào năm 1806, đoàn thám hiểm của Lewis và Clark đi qua Hell Creek Formation ở Montana, đó là nơi những người săn tìm hóa thạch sau này thật sự dẫm phải các mẩu xương khủng long, thậm chí kiểm tra một mẩu xương khủng long nằm trong đá nhưng không cắt nghĩa nổi nó. Những đoạn xương và các dấu chân hóa thạch khác được tìm thấy ở thung lũng sông Connecticut vùng New England sau khi một mục đồng tên là Plinus Moody lần theo những dấu vết cổ xưa trên một mỏm đá tại South Hadley, Massachusetts. Ít nhất là một trong số các dấu vết này thật sự tồn tại – đáng chú ý là còn có các mẩu xương của một con khủng long Anchisaurus, hiện thuộc bộ sưu tập của Bảo tàng Peabody, tại Yale. Được phát hiện vào năm 1818, chúng là một trong những khúc xương khủng long đầu tiên được kiểm tra và lưu giữ, nhưng đáng tiếc là mãi đến năm 1855 chúng mới được nhận dạng. Cũng vào năm 1818 này, Caspar Wistar qua đời, nhưng thật bất ngờ, ông đã trở nên bất tử khi nhà thực vật học Thomas Nuttall dùng tên ông để đặt cho một loại cây leo. Một số nhà thực vật học thuần túy vẫn nhất quyết đánh vần nó là *wistaria*.

Tuy nhiên, vào thời gian này, động lực của ngành cổ sinh vật học đã chuyển sang Anh. Vào năm 1812, tại Lyme Regis ở bờ biển Dorset, một đứa trẻ khác thường có tên là Mary Anning – tầm 11-13, tùy từng tài liệu – đã tìm thấy hóa thạch của một con quỷ biển lạ lùng, dài 17ft (khoảng 5,9m) và ngày nay được biết đến như loài giao long ichthyosaurus, ẩn trong những mỏm đá nguy

hiểm và dốc dọc eo biển Manche.

Đây là khởi đầu của một sự nghiệp đáng kể. Anning dành 35 năm tiếp theo thu thập các mẫu hóa thạch để bán cho du khách. (Bà thường được xem là người đã nói một câu líu lưỡi nổi tiếng: "She sells sea–shells on the seashore," [tạm dịch: Cô ấy bán vỏ sò bên bờ biển]). Bà cũng là người đầu tiên tìm thấy hóa thạch thằn lằn đầu rắn plesiosaurus, một loại quái vật biển khác, và đó là một trong số những hóa thạch thằn lằn ngón cánh đầu tiên và hoàn chỉnh nhất. Cho dù về bản chất thì chúng đều không phải là khủng long, nhưng điều này không mấy quan trọng, vì vào thời điểm đó chưa ai biết khủng long là gì. Thế đã là quá đủ để nhận ra rằng trên thế giời từng có những sinh vật hoàn toàn khác với bất cứ thứ gì chúng ta có thể thấy ngày nay.

Anning không chỉ giỏi tìm kiếm các hóa thạch – dù thật sự thì bà không có đối thủ trong lĩnh vực này – bà còn có khả năng bóc tách chúng một cách nhẹ nhàng nhất để không gây bất cứ hư tổn nào. Nếu bạn có cơ hội đi thăm phòng trưng bày bò sát biển cổ đại ở Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên London, đúng hơn là tôi rất mong bạn đến đó, vì không có cách nào khác có thể đánh giá được tầm vóc và vẻ đẹp của những gì mà người phụ nữ trẻ này đã làm được, bởi bà hoàn toàn không được hỗ trợ mà chỉ sử dụng những công cụ đơn giản nhất trong hoàn cảnh làm việc gần như bất khả thi. Chỉ riêng con thằn lằn đầu rắn đã khiến bà mất 10 năm kiên nhẫn khai quật. Dù không được đào tạo nhưng Anning có thể cung cấp những bản vẽ và mô tả hết sức đáng tin cậy cho các học giả. Nhưng dù có lợi thế kỹ năng, nhưng những phát hiện lớn thường rất hiếm hoi, và bà đã phải sống gần như cả cuộc đời trong nghèo túng.

Khó có thể tưởng tượng được việc có ai đó trong lịch sử ngành cổ sinh vật học bị quên lãng như Mary Anning, nhưng đúng là có một người gần như vậy. Tên ông là Gideon Algernon Mantell, một bác sĩ ở vùng nông thôn Sussex.

Mantell là một người tập hợp nhiều khuyết điểm – vô dụng, vị kỷ và lơ là gia đình – nhưng lại là một nhà cổ sinh vật học không chuyên cần mẫn hơn bất cứ ai. Ông cũng may mắn vì có một người vợ tận tụy và tinh tường. Vào năm 1822, trong khi ông đang đến nhà một bệnh nhân ở Sussex, bà Mantell đi dạo trên một con đường mòn gần đó và bà đã thấy một vật thể lạ lùng, một mẩu xương màu nâu uốn cong, có kích cỡ bằng một quả óc chó nhỏ, trong một đống đổ nát được dùng để lấp các ổ gà. Biết chồng mê các hóa thạch, và cho rằng đây có thể là một trong số chúng,

bà đã mang về cho ông. Mantell có thể nhìn thấy ngay rằng đây là một chiếc răng hóa thạch, và sau một hồi xem xét ông chắc rằng nó thuộc về một loài bò sát ăn thực vật có kích cỡ cực kỳ lớn – dài hàng chục foot – sống vào kỷ Phấn trắng. Ông đã đúng về mọi khía cạnh; nhưng đây là những kết luận táo bạo vì chưa từng có gì tương tự được nhìn thấy hoặc tưởng tượng ra.

Nhận thấy rằng phát hiện của ông sẽ thay đổi cực lớn những hiểu biết thông thường của mọi người về lịch sử, và nhờ sự thúc bách của bạn ông, mục sư William Buckland – người đàn ông của áo choàng và các thí nghiệm – về việc phải tiến hành một cách thận trọng, Mantell đã hy sinh 3 năm gian khổ để tìm kiếm bằng chứng bổ sung cho các kết luận của mình. Ông đã gửi chiếc răng tới Cuvier ở Paris để tham khảo ý kiến, nhưng người Pháp vĩ đại này đã nhầm nó là răng của một con hà mã. (Sau này Cuvier đã gửi lời xin lỗi về sự nhầm lẫn không mấy điển hình này). Một ngày nọ, trong khi đang nghiên cứu tại Bảo tàng Hunterian tại London, Mantell đã thảo luận với một đồng nghiệp, người cho rằng chiếc răng đó rất giống răng của một loài vật ông đã và đang nghiên cứu, kỳ nhông Nam Mỹ. Một so sánh vội vàng đã xác nhận sự giống nhau này. Vì thế sinh vật của Mantell trở thành khủng long iguanodon, đặt theo một loài thằn lằn nhiệt đới hay phơi nắng không hề liên quan ở bất cứ khía cạnh nào.

Mantell chuẩn bị một bài báo để gửi tới Hội Hoàng gia. Không may, có một vấn đề nảy sinh, đó là một con khủng long khác đã được tìm thấy ở một mỏ đá tại Oxfordshire và đã được mô tả chính thức, bởi chính mục sư Buckland, người đã khuyên ông không nên vội vàng. Đó là một con khủng long megalosaurus, hay còn gọi là thằn lằn vĩ đại, và tên của nó thực ra được tiến sĩ James Parkinson đề xuất với Buckland. Cần nhớ lại rằng, Buckland trước hết là một nhà địa chất học, và ông đã chứng tỏ điều này trong công trình về thằn lằn vĩ đại. Trong báo cáo gửi *Văn kiện của Hội Địa chất London*, ông lưu ý rằng bộ răng của sinh vật này không gắn trực tiếp vào xương hàm như thằn lằn mà nằm trong các hốc như cá sấu. Dù biết điều này, Buckland vẫn không nhận thấy ý nghĩa của nó: chẳng hạn, thằn lằn vĩ đại là một loài hoàn toàn mới. Tuy vậy, dù báo cáo đó không mấy sắc sảo hay sâu sắc, nó vẫn là mô tả đầu tiên được xuất bản về khủng long – và Buckland, chứ không phải người xứng đáng hơn nhiều là Mantell, đã vinh dự trở thành người phát hiện dòng sinh vật cổ đại này.

Không biết rằng sự thất vọng sẽ còn bám lấy mình suốt cuộc đời còn lại, Mantell tiếp tục săn các hóa thạch – ông tìm thấy một loài khổng lồ khác, khủng long hylaeosaurus, vào năm 1833 – và mua

những hóa thạch khác từ các phu mỏ và nông dân cho đến khi ông có bộ sưu tập thuộc loại lớn nhất ở Anh. Mantell là một bác sĩ xuất sắc và cũng là một nhà sưu tầm hóa thạch có năng khiếu, nhưng ông không thể cùng lúc hỗ trợ cả hai tài năng của mình. Khi đam mê sưu tầm ngày càng lớn, ông bỏ bê nghề thầy thuốc. Chẳng mấy chốc, các hóa thạch gần như đã lấp đầy ngôi nhà của ông ở Brighton và ngốn hết phần lớn thu nhập của ông. Đa số phần còn lại được ông dùng để trả cho việc xuất bản những cuốn sách chẳng được mấy ai quan tâm. Cuốn *Illustrations of the Geology of Sussex* [tạm dịch: *Minh họa địa chất học về Sussex*], xuất bản năm 1827, chỉ bán được 50 bản và khiến ông bị lỗ 400 bảng Anh – một con số không nhỏ thời đó.

Trong tuyệt vọng, Mantell nảy ra ý tưởng biến ngôi nhà của mình thành bảo tàng và thu phí, nhưng lại nhận ra rằng hành động này sẽ gây tổn hại hình ảnh quý ông của mình, chưa kể hình ảnh của một nhà khoa học – vì thế ông cho phép mọi người đến tham quan miễn phí. Khách kéo đến từng nhóm hàng trăm người, hết tuần này qua tuần khác, quấy rầy cả công việc và cuộc sống gia đình ông. Cuối cùng, ông đành phải bán phần lớn bộ sưu tập để trả nợ. Không lâu sau đó, vợ ông rời bỏ ông, mang theo bốn đứa trẻ.

Nhưng tai họa của ông mới chỉ bắt đầu.

Tại quận Sydenham ở Nam London, ở Công viên Crystal Palace, có một cảnh quan lạ lùng bị quên lãng: những mô hình khủng long có kích cỡ như thật đầu tiên trên thế giới. Ngày nay không có nhiều người tới, nhưng đây đã từng là một trong những điểm du lịch nổi tiếng nhất của London – và vì thế, như Richard Fortey từng nhận xét, đây là công viên theo chủ đề đầu tiên trên thế giới. Có khá nhiều điểm chưa thật chính xác về các mẫu vật. Ngón cái chi trước của con khủng long iguanodon đã được đặt lên mũi như một kiểu sừng nhọn, và nó đứng trên bốn chân vững chãi, thành ra nó trông khá giống một con chó mập mạp quá khổ đến mức ngớ ngẩn. (Trong thực tế, khủng long iguanodon không đứng bằng bốn chân mà là hai chân.) Ngày nay khi nhìn chúng, bạn hầu như không thể nghĩ rằng những con quái vật ì ạch và kỳ lạ này lại là nguyên nhân gây ra những nỗi sợ hãi và thù oán, nhưng đúng là thế. Có lẽ không có gì trong lịch sử tự nhiên lại là tâm điểm của sự căm ghét lâu dài và sâu sắc hơn dòng giống những loài quái vật cổ đại có tên gọi khủng long.

Vào thời điểm xây dựng các mô hình khủng long, Sydenham ở vùng rìa của London, công viên rộng lớn của nó được xem như một nơi tuyệt vời để tái dựng kết cấu Crystal Palace nổi tiếng,

được cấu thành bằng gang và thủy tinh, từng là trung tâm của cuộc Đại Triển lãm năm 1851, và do đó công viên mới được đặt tên là Crystal Palace một cách đương nhiên. Những con khủng long được xây dựng bằng bê-tông lại là một kiểu thu hút được thêm vào. Đêm giao thừa năm 1853, một bữa tối nổi tiếng dành cho 21 nhà khoa học nổi bật đã được tổ chức trên tượng con khủng long iguanodon đang xây dở. Gideon Mantell, người đã tìm thấy và nhận dạng loài khủng long này, không có mặt. Ngồi ở đầu bàn là ngôi sao sáng nhất của ngành khoa học cổ sinh vật học non trẻ. Tên ông là Richard Owen, và đến lúc đó, ông đã cống hiến một vài năm hết sức hiệu quả để biến cuộc đời Gideon Mantell thành địa ngục.

Owen lớn lên ở Lancaster, miền Bắc nước Anh, nơi ông được đào tạo để làm bác sĩ. Ông sinh ra để làm một nhà giải phẫu và vì thế ông cống hiến tâm sức cho các nghiên cứu của mình đến mức đôi khi ông mang về nhà tay chân, nội tạng và các bộ phận khác từ các thi thể một cách bất hợp pháp để giải phẫu một cách nhàn nhã. Một lần, khi đang xách một chiếc túi đựng đầu của một thủy thủ người châu Phi mà mình đã cắt ra, Owen đã sẩy chân trượt ngã trên nền sỏi ẩm ướt, và kinh hoàng nhìn chiếc đầu lăn xuống đường mòn rồi lọt vào cái cửa đang mở của một ngôi nhà, và chỉ dừng lại khi đã vào đến phòng khách. Gia chủ đã vô cùng bàng hoàng khi thấy một chiếc đầu người lăn lông lốc và dừng lại dưới chân mình. Người ta đoán rằng họ còn chưa kịp hoàn hồn, thì ngay lập tức có một người đàn ông trẻ với gương mặt đầy đặn xông vào, không nói một lời, nhặt lấy chiếc đầu và lao ra ngoài.

Vào năm 1825, ở tuổi 21, Owen chuyển tới London và được trường Phẫu thuật Hoàng gia phân công hỗ trợ tổ chức sắp xếp bộ sưu tập đa dạng nhưng không mấy ngăn nắp các mẫu vật y tế và giải phẫu. Hầu hết chúng được John Hunter, một bác sĩ phẫu thuật danh tiếng và là người sưu tầm không biết mệt mỏi những mẫu vật kỳ lạ trong ngành y, trao lại cho nhà trường nhưng lại chưa bao giờ được đánh số và sắp xếp, phần lớn bởi những tài liệu giải thích tầm quan trọng của mỗi mẫu vật đã thất lạc sau khi Hunter mất.

Owen nhanh chóng tự làm mình nổi bật với năng lực sắp xếp và suy luận. Đồng thời, ông thể hiện là một nhà phẫu thuật vô song với khả năng tái tạo gần như ngang với Cuvier vĩ đại. Ông trở thành một chuyên gia về phẫu thuật động vật và được ưu tiên tiếp cận với bất cứ con vật nào chết tại Sở thú London. Chúng sẽ được mặc định chuyển tới nhà ông để phục vụ giám định. Ông nhanh chóng trở thành chuyên gia hàng đầu về mọi loài động vật còn

sống và đã tuyệt chủng – từ thú mỏ vịt, thú lông nhím và các loài thú có túi mới được phát hiện khác cho đến các loài như chim cưu và một loài chim khổng lồ đã tuyệt chủng có tên là moas – chúng từng sống ở New Zealand cho đến tận khi bị tuyệt chủng do người Maoris ăn thịt. Ông là người đầu tiên mô tả chim thủy tổ [archaeopteryx] sau khi nó được phát hiện ở Bavaria vào năm 1861, và cũng là người đầu tiên viết lời ai điếu cho loài chim cưu. Tổng cộng ông viết khoảng 600 trang về giải phẫu, một con số không hề nhỏ.

Nhưng Owen được nhớ đến chủ yếu là nhờ những nghiên cứu của ông về khủng long. Ông đưa ra thuật ngữ *dinosaurian* (khủng long) vào năm 1841. Nó có nghĩa là "thằn lằn khủng khiếp", một cái tên rất không phù hợp. Khủng long, như chúng ta biết, không phải tất cả đều khủng khiếp – một số không to hơn những con thỏ và có lẽ cực kỳ hiền lành – và điều rõ ràng nhất là chúng không phải thằn lằn, mà trên thực tế thuộc một tuyến sinh vật cổ xưa hơn rất nhiều (khoảng 30 triệu năm). Owen biết rất rõ các sinh vật này thuộc loài bò sát và có toàn quyền chọn một từ tiếng Hy Lạp hết sức phù hợp, *herpeton* [loài khủng khiếp], nhưng vì một lý do nào đó đã không dùng nó. Một lỗi khác dễ tha thứ hơn (xét đến việc thiếu mẫu vật vào thời điểm đó) chính là ông không nhận thấy rằng khủng long không chỉ bao gồm một mà là hai dòng bò sát: dòng ornithischian mỏ chim và dòng saurishchian mõm thằn lằn.

Owen không phải là người hấp dẫn cả về ngoại hình lẫn tính cách. Một bức ảnh của ông ở tuổi trung niên cho thấy một người hốc hác và nham hiểm, giống kiểu nhân vật phản diện trong các vở kịch tình ái thời Victoria với tóc dài rủ xuống và đôi mắt lồi – một gương mặt có thể khiến trẻ con chết khiếp. Về mặt tính cách, ông lạnh lùng, hống hách và không hề do dự trong việc thực hiện các tham vọng của mình. Chúng ta được biết rằng ông là người duy nhất mà Charles Darwin căm ghét. Ngay cả con trai của Owen (tự sát khi còn rất trẻ) cũng nhắc đến "trái tim lạnh lùng đến đáng thương" của cha mình.

Tài năng không thể nghi ngờ của một nhà giải phẫu cho phép ông thoát khỏi trách nhiệm từ những lời dối trá trắng trợn nhất của ông. Vào năm 1857, nhà tự nhiên học T. H. Huxley đang lật qua một ấn bản mới của bộ *Churchill's Medical Directory* [tạm dịch: *Danh mục Y khoa Churchill*] và thấy Owen được nhắc đến với chức danh Giáo sư Giải phẫu học so sánh và Sinh lý học tại trường Mỏ Chính phủ [Government School of Mines], và Huxley đã hết sức kinh ngạc vì chính ông đang giữ chức danh này. Khi hỏi tại sao

Churchill lại mắc phải sai lầm sơ đẳng này, ông được biết chính Tiến sĩ Owen đã tự cung cấp thông tin. Còn nữa, một nhà tự nhiên học khác tên là Hugh Falconer đã bắt quả tang Owen tự nhận về mình một trong số các phát hiện của ông. Nhiều người khác cáo buộc Owen đã mượn họ các mẫu vật rồi sau đó chối bay chối biến. Owen cũng vướng vào một cuộc tranh luận gay gắt với nha sĩ của Nữ hoàng về công trạng đối với một lý thuyết liên quan tới sinh lý của răng.

Ông không ngần ngại trù dập những người mà ông không ưa. Khi mới bắt đầu sự nghiệp, Owen đã dùng ảnh hưởng của mình tại Hội Hoàng gia để đánh một chàng trai trẻ là Robert Grant, người chỉ mang tội duy nhất là tỏ ra có triển vọng trở thành một nhà giải phẫu học. Grant hết sức kinh ngạc khi biết mình đột nhiên không còn được tiếp cận các mẫu vật giải phẫu mà anh rất cần cho nghiên cứu của mình. Không thể theo đuổi công việc này nữa, anh chìm đắm trong chán nản và chẳng mấy chốc bị quên lãng. Nhưng không ai khổ sở vì sự ghen ghét của Owen nhiều hơn Gideon Mantell, người vốn đã không may mắn lại ngày càng trở nên bi đát. Sau khi mất vợ con, nghề thầy thuốc và hầu hết bộ sưu tập hóa thạch của mình, Mantell chuyển tới London. Vào năm 1841 – năm định mệnh mà Owen đạt được vinh quang chói lọi nhất là đặt tên và nhận dạng được khủng long – Mantell đã gặp phải một tai nạn khủng khiếp. Khi băng qua Clapham Common bằng xe ngựa, không hiểu vì sao ông bị ngã, rồi vướng vào dây cương và bị kéo lê nước đại trên mặt đất cứng bởi lũ ngựa hoảng hốt. Vụ tai nạn khiến ông bị gù, đi khập khiễng, tổn thương cột sống vĩnh viễn.

Lợi dụng thể trạng yếu ớt của Mantell, Owen bắt đầu xóa bỏ một cách có hệ thống các đóng góp của ông bằng cách tái định danh các loài mà Mantell đã đặt tên nhiều năm trước đó và giành lấy vinh quang phát hiện ra chúng cho mình. Mantell vẫn cố gắng thực hiện nghiên cứu, nhưng Owen đã sử dụng tầm ảnh hưởng của mình tại Hội Hoàng gia để đảm bảo rằng hầu hết các bài viết của ông bị từ chối. Năm 1852, không thể chịu đựng được thêm bất cứ đau đớn và sự trù dập nào nữa, Mantell đã tự sát. Cột sống bị biến dạng của ông đã được giải phẫu rồi gửi tới Trường Phẫu thuật Hoàng gia, và thật mỉa mai, nó được đặt dưới sự quản lý của Richard Owen, giám đốc Bảo tàng Hunterian.

Nhưng sự phỉ báng không kết thúc tại đây. Ngay sau khi Mantell qua đời, một cáo phó cay nghiệt đã xuất hiện trên tờ *Literary Gazette*. Trong đó, Mantell được mô tả là một nhà giải phẫu học bình thường và những đóng góp khiêm tốn của ông cho lĩnh vực

cổ sinh vật học chỉ giới hạn ở "mong muốn có kiến thức chuẩn xác". Bài cáo phó thậm chí còn xóa bỏ việc Mantell đã phát hiện khủng long *iguanodon*, và trao công trạng này cho Cuvier, Owen cùng nhiều người khác. Dù không ghi tên tác giả nhưng phong cách viết này đích xác là của Owen và không ai trong giới khoa học tự nhiên nghi ngờ điều này.

Tuy nhiên, vào giai đoạn này, những tội lỗi của Owen đã bắt đầu vượt quá giới hạn. Sự mất uy tín bắt đầu khi một ủy ban của Hội Hoàng gia – mà ông tình cờ là chủ tịch – đã quyết định tặng thưởng ông vinh dự cao quý nhất, Huân chương Hoàng gia, cho một công trình về một loài nhuyễn thể đã tuyệt chủng tên là *belemite*. "Tuy nhiên," như Deborah Cadbury viết trong thiên sử ký xuất sắc *Terrible Lizard* [tạm dịch: *Thằn lằn khủng khiếp*] về giai đoạn này, "công trình này không thật sự là một phát hiện đầu tiên như bề ngoài". Belemite thực ra đã được phát hiện bốn năm trước đó bởi một nhà tự nhiên học nghiệp dư là Chaning Pearce, và điều này đã được báo cáo trong một cuộc họp của Hội Địa chất. Owen đã tham dự cuộc họp nhưng lại không đề cập việc này khi ông trình bày báo cáo trước chính Hội Hoàng gia – nơi mà ông đã công bố tên cho sinh vật này một cách không hề ngẫu nhiên, *belemnites owenii*, để vinh danh chính mình. Dù Owen được phép giữ Huân chương Hoàng gia nhưng vụ này để lại tiếng xấu lâu dài đối với uy tín của ông, ngay cả với số ít những người còn lại vẫn đang ủng hộ ông. Cuối cùng, Huxley đã làm với Owen điều mà Owen từng làm với rất nhiều người khác: bỏ phiếu loại Owen ra khỏi các Hội Hoàng gia và Động vật học. Để sự trả thù được trọn vẹn, Huxley trở thành Giáo sư mới của Bảo tàng Hunterian tại trường Giải phẫu Hoàng gia.

Owen không bao giờ thực hiện thêm các nghiên cứu quan trọng nữa, nhưng ông dành phần còn lại trong sự nghiệp của mình để cống hiến cho một điều mà tất cả chúng ta đều hàm ơn. Vào năm 1856, ông được bổ nhiệm là trưởng bộ phận lịch sử tự nhiên của Bảo tàng Anh, và ở cương vị này, ông đã trở thành động lực thúc đẩy việc thành lập Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên London. Tòa nhà khổng lồ đẹp đẽ với lối kiến trúc gothic nằm ở nam Kensington, mở cửa từ năm 1880, là minh chứng cho tầm nhìn của ông.

Trước Owen, các bảo tàng được thiết kế chỉ để phục vụ cho giới tinh hoa, và thậm chí rất khó để được vào tham quan những nơi này. Vào những ngày Bảo tàng Anh mới đi vào hoạt động, các vị khách tiềm năng phải viết đơn và trải qua một cuộc phỏng vấn ngắn để xem có đủ tiêu chuẩn được vào hay không. Họ sẽ phải trở lại lần thứ hai để nhận vé – điều này đồng nghĩa với việc họ đã

vượt qua vòng phỏng vấn – và trở lại lần thứ ba để chiêm ngưỡng những kho báu của bảo tàng. Thậm chí cả khi đó, họ cũng phải đi theo nhóm và không được nán lại lâu. Kế hoạch của Owen là chào đón tất cả mọi người, thậm chí đến mức khuyến khích người lao động bình dân tham quan bảo tàng vào buổi tối, và dành phần lớn không gian của bảo tàng để trưng bày công khai. Điều rất đáng lưu ý là ông thậm chí còn đề xuất dán nhãn lên mỗi mẫu trưng bày để người xem có thể hiểu được họ đang chiêm ngưỡng cái gì. Về vấn đề này, thật bất ngờ, T. H. Huxley lại phản đối. Huxley cho rằng các bảo tàng chỉ nên đóng vai trò như các viện nghiên cứu. Nhờ biến Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên thành nơi dành cho đại chúng, Owen đã thay đổi suy nghĩ của chúng ta về mục đích của các bảo tàng.

Tuy nhiên, sự ghen tị với các đồng nghiệp khiến ông không thể thoát ra khỏi những cuộc ganh đua cá nhân. Một trong những hành động chính thức cuối cùng của ông là cuộc vận động hành lang phản đối việc dựng tượng Charles Darwin. Ông đã thất bại dù rằng cũng đạt được một chiến thắng vô tình, muộn màng nào đó. Ngày nay, tượng của ông chiếm lĩnh tầm nhìn chủ đạo từ sảnh chính của Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên, trong khi Darwin và T. H. Huxley phải ẩn mình sau quán cà phê của bảo tàng, nơi họ nhìn thẳng vào những vị khách đang nhấm nháp trà và bánh mứt.

Có thể cho rằng những mối thù vặt của Richard Owen đánh dấu giai đoạn thoái trào của ngành cổ sinh vật học thế kỷ XIX, nhưng thực ra thì điều tồi tệ hơn vẫn chưa xảy đến, và lần này nó đến từ nước ngoài. Ở nước Mỹ, vào những thập kỷ cuối của thế kỷ XIX, một cuộc chiến vô cùng nham hiểm đã xảy ra, nếu không muốn nói rằng nó có sức tàn phá rất lớn. Nó xảy ra giữa hai người đàn ông kì lạ và tàn nhẫn, Edward Drinker Cope và Othniel Charles Marsh.

Cả hai đều hư hỏng, cương quyết, tự si, lắm lời, hay ghen tị, đa nghi và không bao giờ vui vẻ. Đồng thời, họ cũng thay đổi cả ngành cổ sinh vật học.

Ban đầu, họ là bạn tốt, rất tôn trọng nhau, thậm chí người này còn đặt tên các hóa thạch mà mình phát hiện theo tên người kia và dành hẳn một tuần vui vẻ làm việc với nhau vào năm 1868. Tuy nhiên, có điều gì đó không hay đã xảy ra – không ai biết rõ là gì – và ngay năm tiếp theo, họ đã biến thành kẻ thù và căm ghét nhau suốt ba thập kỷ tiếp theo. Có thể nói rằng không có hai cá nhân nào trong các ngành khoa học tự nhiên từng khinh miệt nhau đến thế.

Marsh lớn hơn Cope 8 tuổi, là một người khiêm tốn và ham đọc, có một hàng ria gọn gàng và tính cách chỉn chu. Ông dành rất ít thời gian ở thực địa và không phải là người xuất sắc trong việc phát hiện điều gì mới. Trong một lần đi tham quan các điểm phát hiện hóa thạch khủng long ở Como Bluff, Wyoming, ông không nhận ra tại đây có rất nhiều xương "nằm ngổn ngang khắp nơi như những khúc gỗ," theo lời thuật của một nhà sử học. Tuy vậy, ông biết cách mua được hầu hết tất cả những gì ông muốn. Dù xuất thân bình thường, có cha là nông dân ở ngoại ô New York, nhưng Marsh lại có một ông chú cực kì giàu có – đó chính là nhà tài phiệt vô cùng hào phóng George Peabody. Khi Marsh thể hiện niềm đam mê lịch sử tự nhiên, Peabody đã xây cho ông một bảo tàng ở Yale và cung cấp đủ tiền để ông lấp đầy nó với gần như tất cả những gì khiến ông thích thú.

Cope có gia cảnh khá giả hơn – cha của ông là một thương nhân giàu có ở Philadelphia – và có lẽ là người ưa phiêu lưu hơn Marsh. Mùa hè năm 1876 tại Montana, trong khi George Armstrong Custer và đoàn tìm kiếm của mình đang ở Little Big Horn, thì Cope cũng đang săn tìm xương ở gần đó. Khi nhận thấy rằng có thể đó không phải là thời điểm khôn ngoan nhất để tìm kho báu ở vùng đất Anh-điêng, Cope có cân nhắc nhưng rồi ra quyết định tiếp tục. Ông đang có một mùa quá tốt. Có lúc ông đã gặp phải một toán thổ dân Anh-điêng Crow nghi ngờ ông, nhưng ông đã thuyết phục được họ bằng cách liên tục lấy ra và cho hàm răng giả vào miệng.

Trong khoảng một thập kỷ, việc Marsh và Cope không ưa nhau chỉ gây ra vài việc nhỏ, nhưng vào năm 1877, nó nổ ra với quy mô hoành tráng. Vào năm này, một giáo viên ở Colorado là Arthur Lakes đã phát hiện các mẩu xương gần Morrison trong khi đi dạo với một người bạn. Nhận thấy những mẩu xương này là của một con "thằn lằn khổng lồ", Lakes thận trọng gửi mẫu cho cả Marsh và Cope. Cope vui mừng gửi cho Lakes 100 đô-la và đề nghị anh ta không tiết lộ với ai về phát hiện đó, nhất là Marsh. Cảm thấy bối rối, Lakes đã yêu cầu Marsh chuyển xương sang cho Cope. Marsh làm theo, nhưng đó là một nỗi nhục mà ông không bao giờ quên.

Đây cũng là điểm khởi đầu của một cuộc chiến ngày càng gay gắt giữa hai người, một cuộc chiến ám muội và thường là khôi hài. Đôi khi nó gay gắt đến mức các phu đào bới của đội này ném đá vào đội kia. Cope bị bắt quả tang khi đang cạy nắp những chiếc thùng thuộc về Marsh. Họ lăng mạ nhau bằng những trang viết và ném sự khinh miệt vào kết quả nghiên cứu của người kia. Hiếm khi – có lẽ là chưa bao giờ – khoa học lại được thúc đẩy nhanh và

thành công đến thế nhờ sự đố kỵ. Trong suốt vài năm sau đó, công việc của cả hai người đều làm gia tăng số lượng loài khủng long được phát hiện ở Mỹ từ 9 lên gần 150. Gần như tất cả những loài khủng long mà một người bình thường có thể kể tên – *stegosaurus, brontosaurus, diplodocus, triceratops* – đều do một trong hai ông phát hiện.[1] Không may, họ làm việc trong tình trạng vội vàng liều lĩnh đến mức thường không nhận ra rằng có những phát hiện không có gì mới mẻ.

---

[1] · Ngoại lệ đáng chú ý nhất là khủng long tyrannosaurus rex, được phát hiện vào năm 1902 bởi Barnum Brown.

Cả hai đã cố gắng "phát hiện" ra một loài khủng long gọi là *uintatheres anceps* không dưới 22 lần. Phải mất hàng năm mới có thể tiến hành phân loại sơ bộ đống hổ lốn của họ. Thậm chí một số cho đến nay vẫn chưa được phân loại. Trong hai người, gia tài khoa học của Cope có nhiều thành tựu hơn. Trong suốt sự nghiệp cần mẫn đến kinh ngạc, ông đã viết khoảng 140 công trình và mô tả khoảng 1.300 loài sinh vật hóa thạch mới (của rất nhiều loài) – gấp hơn hai lần kết quả của Marsh ở cả hai tiêu chí. Cope có thể còn làm được nhiều hơn thế, nhưng không may ông đã sa sút một cách nhanh chóng trong những năm cuối đời. Được thừa kế một gia tài khổng lồ vào năm 1875, ông đầu tư thiếu khôn ngoan vào kinh doanh bạc và trắng tay. Cuối cùng, ông sống trong một phòng trọ nhỏ ở Philadelphia, giữa bộn bề tài liệu và các mẩu xương. Ngược lại, Marsh sống trong một biệt thự lộng lẫy ở New Haven cho tới cuối đời. Cope mất năm 1897 còn Marsh mất hai năm sau đó.

Trong những năm cuối đời, Cope đã nảy sinh một nỗi ám ảnh thú vị khác. Mong muốn tha thiết nhất của ông là trở thành tiêu bản cho loài *Homo sapiens*, nghĩa là dùng xương của mình để làm mẫu cho loài *người hiện đại*. Thông thường tiêu bản của một loài sẽ là bộ xương đầu tiên được tìm thấy, nhưng vì chưa bộ xương nào làm tiêu bản cho người hiện đại nên sẽ có một chỗ trống mà Cope muốn lấp vào. Đó là một mơ ước kì quặc và vô ích, nhưng không ai nghĩ ra được lý do nào để phản đối. Vì thế, Cope đã viết di chúc tặng xương của mình cho Học viện Wistar, một Hội học thuật ở Philadelphia, được sáng lập bởi các hậu duệ của Caspar Wistar. Không may là, sau khi xương của ông chuẩn bị được đưa vào lắp ghép, người ta phát hiện ông có dấu hiệu mắc giang mai giai đoạn đầu, và không ai muốn giữ đặc điểm này trong một tiêu bản của chính giống loài mình. Vì thế cả di nguyện và bộ xương của Cope

được lặng lẽ xếp lại. Cho đến nay vẫn không có tiêu bản nào về loài *người hiện đại*.

Về những nhân vật khác trong tấn kịch này, Owen mất năm 1892, một vài năm trước Cope và Marsh. Buckland về già bị mất trí nhớ và qua đời trong một nhà thương điên tại Clapham, không xa nơi Mantell gặp phải tai nạn thảm khốc. Cột sống cong vẹo của Mantell được lưu giữ tại Bảo tàng Hunterian trong gần một thế kỷ rồi bị xóa sổ không thương tiếc bởi một quả bom của người Đức trong trận Blitz. Những gì còn lại của Mantell là bộ sưu tập đã được chuyển giao cho các con sau khi ông mất, và phần lớn trong số đó đã được con trai ông là Walter mang tới New Zealand vì anh di cư tới đây vào năm 1840. Walter trở thành một người New Zealand xuất chúng, và làm đến Bộ trưởng Nội vụ. Vào năm 1865, Walter đã tặng các tiêu bản hàng đầu trong bộ sưu tập đó, gồm cả chiếc răng nổi tiếng của khủng long *iguanodon*, cho Bảo tàng Thuộc địa (nay là Bảo tàng New Zealand) ở Wellington, nơi chúng yên vị cho tới nay. Ngày nay, chiếc răng *iguanodon* từng là khởi đầu của mọi câu chuyện – có lẽ là chiếc răng quan trọng nhất của ngành cổ sinh vật học – đã không còn được trưng bày nữa.

Tất nhiên, cuộc săn tìm khủng long không dừng lại sau khi những thợ săn vĩ đại của thế kỷ XIX qua đời. Thực tế, đáng ngạc nhiên là tất cả chỉ mới bắt đầu. Vào năm 1898, một năm nằm giữa các năm Cope và Marsh ra đi, một kho báu lớn chưa từng thấy tính tới thời điểm đó đã được phát hiện ở một nơi được gọi là Bone Cabin Quarry [Túp Lều Xương], chỉ cách khu vực tìm kiếm chủ yếu của Marsh ở Como Bluff, Wyoming, vài dặm. Ở đó, người ta bắt gặp hàng trăm bộ xương hóa thạch trồi lên mặt những ngọn đồi. Xương nhiều đến mức ai đó đã dùng chúng để xây dựng một túp lều, vì thế nó có tên gọi này. Chỉ trong hai mùa đầu tiên, 100.000 pound các mẩu xương cổ đã được khai quật từ đây, và hàng chục nghìn pound nữa được tìm thấy cứ mỗi sáu năm tiếp theo.

Kết quả là, vào đầu thế kỷ XX, các nhà cổ sinh vật học thật sự đã có hàng tấn xương để nghiên cứu. Vấn đề là họ vẫn không thể biết tuổi thọ của những chiếc xương này. Tệ hơn, mức tuổi của Trái Đất đã được đồng thuận không khớp với những đại, kỷ, thế như trước đây được đưa ra. Nếu Trái Đất đúng là chỉ mới khoảng 20 triệu tuổi, như Lord Kelvin vĩ đại khẳng định, thì toàn bộ các sinh vật cổ đại đều phải xuất hiện và biến mất trong cùng một niên đại địa chất. Điều này rõ ràng là phi lý.

Các nhà khoa học khác ngoài Kelvin đã chú ý tới vấn đề này và đưa ra những kết quả chỉ đào sâu hơn nữa sự không chắc chắn.

Samuel Haughton, một nhà địa chất học khả kính tại trường Trinity ở Dublin, đã ước tính rằng Trái Đất khoảng 2.300 triệu năm tuổi – lớn hơn bất cứ con số nào từng được đưa ra. Kelvin đã chú ý tới điều này và tính toán lại, sử dụng cùng một nguồn dữ liệu và cho ra kết quả 153 triệu năm. John Joly, cũng đến từ Trinity, quyết định khơi lại ý tưởng về độ mặn nước biển của Edmond Halley, nhưng phương pháp của ông dựa trên quá nhiều giả định sai lầm đến mức khó lòng đứng vững. Ông tính rằng Trái Đất ở vào khoảng 89 triệu năm tuổi – một con số đủ phù hợp với các giả thuyết của Kelvin nhưng đáng tiếc là không đúng với thực tế.

Chính vì sự nhầm lẫn này mà đến cuối thế kỷ XIX, tùy vào nguồn tài liệu tham khảo, bạn có thể thấy rằng khoảng cách giữa chúng ta và buổi bình minh của các dạng sống phức tạp ở kỷ Cambri là 3 triệu, 18 triệu, 794 triệu hoặc 2,4 tỷ năm – và nhiều con số khác nằm trong khoảng đó. Cuối thập niên 1910, một ước tính được ủng hộ nhất do một người Mỹ là George Becker đưa ra đã cho rằng Trái Đất có lẽ chỉ mới 55 triệu năm tuổi.

Chỉ khi các vấn đề trở nên vô cùng khó giải quyết, mới xuất hiện một nhân vật đặc biệt với cách tiếp cận mới mẻ. Đó là một cậu bé nhà quê thông minh và chất phác ở New Zealand, Ernest Rutherford, người đã đưa ra những bằng chứng không thể chối cãi rằng Trái Đất ít nhất đã vài trăm triệu năm tuổi và có lẽ còn già hơn thế.

Đáng chú ý là các bằng chứng của Rutheford dựa trên thuật giả kim – dù rất tự nhiên, đáng tin cậy về mặt khoa học và không có gì huyền bí, nhưng đó vẫn là giả kim thuật. Cuối cùng thì hóa ra Newton đã không sai. Còn chính xác điều đó là như thế nào, tất nhiên lại là một câu chuyện khác.

07
Các nguyên tố cơ bản

Người ta cho rằng hóa học, với vai trò một môn khoa học nghiêm túc và đáng kính, thật sự bắt đầu từ năm 1661 khi Robert Boyle ở Oxford xuất bản cuốn *The Sceptical Chymist* [tạm dịch: *Nhà hóa học đa nghi*] – công trình đầu tiên phân biệt hóa học và giả kim thuật – nhưng đó là một quá trình quá độ chậm chạp và loạng choạng. Cho đến thế kỷ XVIII, các học giả vẫn thoải mái đứng về cả hai phe một cách kỳ quặc – chẳng hạn Johann Becher người Đức, tác giả của một cuốn sách rất rõ ràng và không có điểm nào có thể chê trách, *Physica Subterranea*, lại cũng là người tin chắc rằng nếu có đủ các nguyên liệu cần thiết, ông có thể khiến mình tàng hình.

Có lẽ phát hiện của một người Đức là Hennig Brand vào năm 1675 là ví dụ điển hình nhất cho bản chất kỳ lạ và ngẫu nhiên của hóa học trong những ngày đầu. Brand tin rằng bằng cách nào đó có thể chưng cất vàng từ nước tiểu của con người (sự giống nhau về màu sắc có lẽ là nguyên nhân khiến ông có kết luận này). Ông đã tập hợp 50 xô nước tiểu, cất chúng hàng tháng trong hầm. Bằng nhiều quá trình phức tạp, trước hết ông biến nước tiểu thành một thứ bột nhão độc hại và sau đó là một thứ chất sáp đục màu. Tất nhiên vàng không xuất hiện nhưng một điều thú vị và lạ lùng đã xảy ra. Sau một thời gian, chất này bắt đầu bốc cháy. Hơn nữa, khi tiếp xúc với không khí, nó thường lập tức bùng cháy.

Tiềm năng thương mại của thứ mà người ta sẽ sớm gọi là *phốtpho*, xuất phát từ tiếng Hy Lạp và Latin (*phosphorus*) có nghĩa là "mang lửa" – được các thương nhân háo hức đón nhận nhưng những khó khăn trong quá trình sản xuất khiến việc khai thác nó quá tốn kém. Một ounce Photpho được bán lẻ với giá 6 ghi-nê, tương đương với khoảng 300 bảng Anh theo đơn vị tiền tệ ngày nay, nghĩa là còn đắt hơn vàng.

Ban đầu, những người lính được giao nhiệm vụ cung cấp nguyên liệu thô, nhưng chỉ như vậy thì khó mà sản xuất ở quy mô công nghiệp. Vào những năm 1750, một nhà hóa học người Thụy Điển là Karl (hay Carl) Scheele đã phát triển một phương pháp sản xuất phốtpho hàng loạt mà không phải chịu đựng sự bẩn thỉu và mùi hôi của nước tiểu. Chính vì nắm được cách thức sản xuất phốtpho mà Thụy Điển trở thành một quốc gia sản xuất diêm hàng đầu cho tới nay.

Scheele là người vừa lạ thường vừa vô cùng xui xẻo. Là một dược sĩ khiêm tốn và không được hỗ trợ nhiều bởi các thiết bị hiện đại bấy giờ, ông đã phát hiện 8 nguyên tố – clo, flo, mangan, bari, molypden, volfram, nitơ và ôxy – nhưng không được ghi nhận ở bất cứ trường hợp nào. Trong mọi trường hợp, phát hiện của ông hoặc bị xem thường hoặc chỉ được công bố sau khi đã có người khác cũng tìm ra một cách độc lập. Ông cũng phát hiện nhiều hợp chất hữu ích, trong đó có ammoniac, glycerin và axít tannic, đồng thời là người đầu tiên nhận ra tiềm năng thương mại của clo để làm chất tẩy trắng – đó đều là những đột phá khiến người khác trở nên vô cùng giàu có.

Một tính cách đặc biệt của Scheele là ông luôn đòi nếm mọi chất mà ông nghiên cứu, bao gồm cả những chất có tiếng độc hại như thủy ngân hay axít hiđroxianic (một trong các phát hiện khác của ông) – một hỗn hợp độc hại đến mức khoảng 150 năm sau, Erwin Schrödinger đã chọn nó làm độc tố trong thí nghiệm tưởng tượng nổi tiếng của mình. Sự dại dột của Scheele cuối cùng đã giết ông. Năm 1786, khi chỉ mới 43 tuổi, người ta thấy ông chết bên bàn làm việc, cạnh đó là một khay các chất hóa học độc hại, mà bất cứ chất nào trong số chúng cũng có thể để lại ánh nhìn đầy hoảng hốt cuối cùng trên gương mặt ông.

Nếu cả thế giới chỉ nói tiếng Thụy Điển, có lẽ Scheele đã được ngợi ca khắp toàn cầu. Thường thì những tràng pháo tay hay được dành cho những nhà khoa học nổi tiếng hơn, chủ yếu đến từ các nước nói tiếng Anh. Scheele phát hiện ra ôxy vào năm 1772 nhưng do nhiều lý do vô cùng phức tạp, mà công trình của ông không được công bố kịp thời. Vinh dự này thuộc về Joseph Priestley, người phát minh ra nguyên tố này một cách độc lập nhưng muộn màng hơn nhiều, vào mùa hè năm 1774. Đáng nói hơn là Scheele cũng không được công nhận là người đã khám phá ra clo. Gần như mọi cuốn sách đều cho rằng Humphry Davy là người đầu tiên tìm ra nguyên tố này. Thật sự thì đúng là Davy đã tìm ra nó, nhưng sau Scheele... 36 năm.

Dù hóa học đã tiến rất xa trong thế kỷ đã có những bước chuyển giữa Newton và Boyle với Scheele, Priestly và Henry Cavendish, vẫn còn cả một chặng đường dài phía trước. Ngay trước những năm cuối thế kỷ XVIII (trong trường hợp của Priestley thì xa hơn một chút), các nhà khoa học khắp nơi vẫn tìm kiếm và đôi khi tin rằng họ thật sự đã tìm thấy những thứ vốn không tồn tại, trong đó có phlogiston, chất được xem là tác nhân tích cực của sự cháy. Đâu đó, người ta còn cho rằng có tồn tại một *élan vital* bí ẩn, có thể biến những vật vô tri thành có sự sống. Không ai biết tinh chất này ở đâu ra, nhưng dường như có hai điều phổ biến về nó: bạn có thể khiến nó hoạt động nhờ một cú sốc điện (ý tưởng mà Mary Shelley đã vận dụng hết sức thành công trong cuốn tiểu thuyết *Frankenstein*); và rằng nó tồn tại trong chỉ một vài chất, vì thế chúng ta có hai nhánh của hóa học: hữu cơ (nghiên cứu về những chất mà chúng ta nghĩ là có nó) và vô cơ (nghiên cứu về những thứ chúng ta nghĩ là không có nó).

Cần phải có một người có tầm nhìn để thúc đẩy hóa học bước sang thời hiện đại, và nước Pháp đã cống hiến người này. Tên ông là Antoine-Laurent Lavoisier. Lavoisier sinh năm 1743 trong một gia đình quý tộc nhỏ (cha ông đã mua một tước hiệu cho gia đình). Vào năm 1768, ông mua cổ phần trong một công ty thu thuế và phí thay mặt nhà nước bị ghét cay ghét đắng mang tên Ferme Générale (General Farm). Dù bản thân Lavoisier xét về mọi khía cạnh là một người hiền lành và công bằng nhưng công ty nơi ông làm việc thì không hề có hai đặc tính này. Thứ nhất, nó chỉ đánh thuế người nghèo chứ không đánh thuế người giàu, và thường là đánh thuế tùy tiện. Đối với Lavoisier, sự hấp dẫn của tổ chức này nằm ở chỗ nó giúp cho ông có đủ sự dư giả để theo đuổi đam mê chính của mình là khoa học. Đỉnh điểm, có lúc thu nhập của ông đạt mức 150.000 livơ[1] một năm – tương đương với khoảng 12 triệu bảng Anh ngày nay.

---

[1]· *Đơn vị tiền tệ của Pháp thời xưa.*

Ba năm sau khi bước chân vào con đường sự nghiệp thênh thang này, ông kết hôn với cô con gái 14 tuổi của một trong những người chủ của mình. Cuộc hôn nhân là bản tình ca hòa quyện giữa tình cảm và trí tuệ. Bà Lavoisier có một trí tuệ sắc bén và chẳng bao lâu đã song hành cùng chồng trong nghiên cứu một cách hết sức hiệu quả. Dù công việc và đời sống xã hội bận rộn, họ vẫn thu xếp để dành năm tiếng mỗi ngày cho khoa học – hai tiếng vào buổi sáng và ba tiếng vào buổi tối – cùng với cả ngày Chủ nhật (họ gọi đó là

jour de bonheur – ngày hạnh phúc). Lavoisier cũng bằng cách nào đó chế tạo thuốc súng, giám sát việc xây dựng một tường thành bao quanh Paris để chống buôn lậu, góp phần tìm ra hệ mét và là đồng tác giả của cuốn *Méthode de Nomenclature Chimique* [tạm dịch: *Phương thức đặt danh pháp hoá học*], được xem là Kinh Thánh để đạt sự đồng thuận về tên gọi của các nguyên tố.

Là thành viên hàng đầu của Viện Khoa học Hoàng gia, ông cũng được yêu cầu chủ động quan tâm tới bất cứ chủ đề nào – thuật thôi miên, cải tổ chế độ nhà tù, hệ hô hấp của côn trùng và hệ thống cấp nước của Paris. Vì ở vị thế này nên năm 1780, Lavoisier đã đưa ra những nhận xét thờ ơ về một lý thuyết mới liên quan đến sự cháy do một nhà khoa học trẻ tràn đầy hy vọng gửi tới Viện Khoa học. Đó chính là Jean-Paul Marat.

Điều mà Lavoiseier không bao giờ làm được là khám phá ra một nguyên tố. Vào thời đại mà dường như ai cũng có thể khám phá ra một điều mới mẻ chỉ với một ống nghiệm, một ngọn đèn và ít chất bột trong tay – và nhất là khi khoảng hai phần ba các nguyên tố chưa được tìm thấy – Lavoisier lại không tìm ra được một nguyên tố mới nào. Không phải bởi ông thiếu ống nghiệm. Điều phi lý là ông sở hữu khoảng 13.000 chiếc trong một phòng thí nghiệm tư hiện đại nhất thời bấy giờ.

Thay vào đó, ông đón nhận các phát hiện của những người khác và phân tích. Ông vứt bỏ các giả thuyết về phlogiston và các khí độc. Ông nhận dạng chính xác bản chất của khí ôxy và nitơ rồi đặt cho chúng những cái tên hiện đại này. Tóm lại, ông đem lại phương pháp và tính chặt chẽ, tường minh cho hóa học.

Thiết bị ưa thích của ông thật sự lại rất gọn nhẹ. Trong nhiều năm, Lavoisier đã cùng vợ tiến hành những nghiên cứu cực kỳ chính xác, vốn đòi hỏi những công cụ tốt nhất. Họ đã xác định được rằng khối lượng của một vật bị gỉ không hề giảm như mọi người nghĩ, mà còn tăng lên – một phát hiện lạ lùng. Khi bị gỉ, một vật thể sẽ hút các hạt cơ bản trong không khí bằng cách nào đó. Lần đầu tiên người ta nhận ra vật chất chỉ bị biến đổi chứ không mất đi. Nếu bạn đốt một tờ giấy chẳng hạn, vật chất của nó sẽ được chuyển thành khói và tro, nhưng tổng lượng vật chất trong vũ trụ không đổi. Đây chính là hiện tượng bảo toàn khối lượng, một khái niệm mang tính cách mạng. Không may, nó lại ra đời cùng với một cuộc cách mạng khác – Cách mạng Pháp – và trong cuộc Cách mạng này, Lavoisier đã hoàn toàn đứng nhầm bên.

Không chỉ là thành viên của công ty Ferme Générale bị căm ghét,

ông còn là người tích cực xây bức tường thành Paris – công trình bị lên án đến mức trở thành đối tượng đầu tiên bị các công dân nổi loạn tấn công. Bám vào điều này, năm 1791, Marat – giờ đây là một nhân vật uy tín trong Quốc hội, đã tố cáo Lavoisier và cho rằng đã đến lúc ông phải bị treo cổ. Công ty Ferme Générale bị đóng cửa lập tức. Không lâu sau đó, Marat bị ám sát khi đang tắm bởi một phụ nữ trẻ đau khổ là Charlotte Corday, nhưng mọi thứ đã quá trễ đối với Lavoisier.

Năm 1793, Thời kỳ Khủng bố vốn đã căng thẳng lại được đẩy lên một cao trào mới. Vào tháng Mười, Marie Antoinette bị đưa lên đoạn đầu đài. Tháng sau, Lavoisier bị bắt khi ông và vợ đang lên kế hoạch bỏ trốn muộn màng sang Scotland. Vào tháng Năm, ông cùng 31 đồng nghiệp bị đưa ra trước Tòa án Cách mạng (trong một phòng xử án có đặt tượng bán thân của Marat). Tám người trong số họ được tuyên vô tội, nhưng Lavoisier và những người khác được dẫn thẳng ra Quảng trường Cách mạng (ngày nay là Quảng trường Concorde), nơi đặt chiếc máy chém hoạt động liên tục nhất nước Pháp. Lavoisier chứng kiến cha vợ mình bị chặt đầu, sau đó đứng dậy và chấp nhận số phận của mình. Chưa đầy ba tháng sau, vào ngày 27 tháng Bảy, chính Robespierre đã bị xử theo cách tương tự tại cùng một địa điểm. Thời kỳ Khủng bố nhanh chóng kết thúc.

Một trăm năm sau cái chết của ông, một bức tượng Lavoisier đã được dựng lên ở Paris và được chiêm ngưỡng cho đến khi có người chỉ ra rằng nó hoàn toàn không giống ông. Khi được hỏi, người thợ điêu khắc trả lời rằng anh ta đã sử dụng đầu của nhà toán học và triết học, Hầu tước de Condorcet, với hy vọng sẽ không ai để ý hoặc nếu có thì cũng không quan tâm. Anh ta đúng ở vế thứ hai. Bức tượng Lavoisier kiêm Condorcet tồn tại được thêm nửa thế kỷ nữa cho đến Thế chiến II. Vào một buổi sáng nọ, nó được tháo dỡ và mang đi nấu chảy.

Vào đầu những năm 1800, ở Anh rộ lên trào lưu hít Nitơ ôxít, một khí gây cười, sau khi người ta phát hiện rằng nó "kích thích sự hồi hộp cao độ". Trong suốt gần một nửa thế kỷ, đây là thứ chất gây nghiện dành cho giới trẻ. Một tổ chức học thuật, Hội Askesian, cũng có thời gian sử dụng nó. Các rạp hát tổ chức những "buổi tối với khí cười" nơi các tình nguyện viên tự khiến mình tỉnh táo bằng cách hít thật nhiều khí này và sau đó khiến khán giả cười bò bằng màn trình diễn những bước đi lảo đảo hài hước của họ.

Mãi cho đến năm 1846 người ta mới biết rằng tác dụng thật sự của Nitơ ôxít là chất gây mê. Chỉ có Chúa mới biết đã có bao nhiêu

chục nghìn người phải chịu đựng những cơn đau không cần thiết dưới dao mổ của các bác sĩ phẫu thuật chỉ bởi không ai từng nghĩ tới tác dụng rõ ràng và thực tế nhất của loại khí này.

Tôi đề cập tới chuyện này để nói rằng hóa học, dù đã bước rất dài trong thế kỷ XVIII, nhưng dường như đã mất đà trong những thập kỷ đầu tiên của thế kỷ XIX, rất giống ngành địa chất học ở đầu thế kỷ XX. Một phần lý do đến từ sự lạc hậu của trang thiết bị – ví dụ như phải tới nửa sau của thế kỷ này người ta mới chế tạo ra máy ly tâm, chính điều đó đã hạn chế nghiêm trọng các loại thí nghiệm – và một phần nữa là các nguyên nhân xã hội. Hóa học nhìn chung là một môn khoa học dành cho các doanh nhân, những người làm việc với than, kali và thuốc nhuộm, chứ không dành cho các quý ông, những người có xu hướng đi theo ngành địa chất, lịch sử tự nhiên và địa lý. Có lẽ cần biết rằng một trong những quan sát quan trọng nhất thế kỷ, chuyển động Brown, có vai trò xác định bản chất vận động của phân tử, không phải là kết quả nghiên cứu của một nhà hóa học, mà lại là của một nhà sinh vật học người Scotland, Robert Brown. (Điều mà Brown lưu ý vào năm 1827 là các hạt phấn hoa nhỏ lơ lửng trong nước rõ ràng vẫn tiếp tục chuyển động dù ông để chúng tĩnh lặng trong bao lâu. Nguyên nhân của chuyển động vĩnh cửu này – hay sự vận động của các phân tử không thể nhìn thấy được bằng mắt thường – là một bí mật trong suốt thời gian dài.)

Mọi thứ có thể còn tồi tệ hơn nữa nếu không xuất hiện một nhân vật phi thường – Bá tước xứ Rumford – người đã bất chấp sự vĩ đại của tước hiệu của mình, đã bắt đầu cuộc đời tại Woburn, Massachusetts vào năm 1753 với cái tên bình thường là Benjamin Thompson. Ông là một người nhanh nhẹn và nhiều tham vọng, đôi khi còn là một người can đảm, và có thừa trí thông minh nhưng ít khi bận tâm đến bất cứ điều nhỏ nhặt nào. Năm 19 tuổi, ông kết hôn với một góa phụ hơn mình 14 tuổi. Khi cuộc cách mạng thuộc địa nổ ra, ông dại dột đứng về phía những người trung thành và đã có một thời gian làm gián điệp cho họ. Vào năm định mệnh 1776, khi đối mặt với lệnh bắt "nhân danh tự do", ông đã bỏ vợ con và chạy trốn ngay trước mũi một toán người chống hoàng gia được trang bị những xô nhựa đường nóng, những túi đựng lông vũ với mong muốn cháy bỏng là chụp chúng lên đầu ông.

Ông chuyển tới sống ở Anh và sau đó là Đức, nơi ông trở thành một cố vấn quân sự cho chính quyền Bavaria. Ông khiến các nhà chức trách ấn tượng đến mức vào năm 1791, ông được phong làm Bá tước vùng Rumford của Thánh chế La Mã. Khi còn ở Munich,

ông đã thiết kế và xây dựng một công viên nổi tiếng lấy tên là Vườn Anh.

Giữa những nhiệm vụ này, ông vẫn thu xếp thời gian để tiến hành nghiên cứu khoa học thật sự. Ông trở thành chuyên gia hàng đầu thế giới về nhiệt động lực học và là người đầu tiên làm sáng tỏ các nguyên lý về tính đối lưu của chất lỏng và sự vận động của các dòng hải lưu. Ông cũng chế tạo một vài đồ vật hữu ích, trong đó có một máy pha cà phê nhỏ giọt, đồ lót giữ ấm và một loại bếp lò đến nay vẫn được biết đến là lò sưởi Rumford. Vào năm 1805, khi đang lưu trú tại Pháp, ông đã làm quen và cưới bà Lavoisier, quả phụ của Antoine-Laurent. Cuộc hôn nhân không thành công và họ nhanh chóng chia tay. Rumford ở lại Pháp cho đến khi qua đời vào năm 1814, được cả thế giới, trừ những bà vợ cũ, ngưỡng mộ.

Phải đề cập tới ông ở đây là vì vào năm 1799, trong một chuyến đi ngắn tới London, ông đã thành lập Học viện Hoàng gia, nhưng đó chỉ là một trong số rất nhiều tổ chức học thuật khác ra đời trên khắp nước Anh vào cuối thế kỷ XVIII đầu thế kỷ XIX. Đã có lúc, đây dường như là nơi duy nhất nhiệt tình ủng hộ ngành hóa học non trẻ, và điều này phần lớn là nhờ một chàng trai trẻ sáng dạ là Humphry Davy, vốn được bổ nhiệm làm giáo sư của học viện ngay sau khi nó ra đời và nhanh chóng nổi danh với vai trò một giảng viên tài năng kiêm một nhà thực nghiệm giỏi.

Ngay sau khi nhận chức vụ, Davy lần lượt phát hiện ra các nguyên tố mới – kali, natri, magiê, canxi, stronti và nhôm.[1] Ông phát hiện nhiều nguyên tố không hẳn vì ông vô cùng trí tuệ, mà bởi ông đã tìm ra một phương thức thiên tài là đưa dòng điện vào một chất nóng chảy – phương pháp điện phân mà ngày nay chúng ta được biết. Tổng cộng ông đã tìm được 12 nguyên tố mới, chiếm một phần năm tổng số các nguyên tố được biết đến thời đó. Davy đáng lẽ còn tìm ra nhiều hơn, nhưng không may, vì còn trẻ tuổi nên ông cũng đam mê lạc thú mà khí nitơ ôxít đem lại. Ông nghiện nó đến mức mỗi ngày hít từ ba đến bốn lần. Có lẽ đây là nguyên nhân gây ra cái chết của ông vào năm 1829.

---

[1] · Sự khác biệt trong cách viết aluminum/aluminium (nhôm) bắt nguồn từ sự không quyết đoán của Davy. Khi ông tách được chất này lần đầu tiên vào năm 1808, ông đặt tên cho nó là alumium. Vì một số lý do, ông đã nghĩ lại và đổi thành aluminum bốn năm sau. Người Mỹ tôn trọng tên gọi mới này nhưng nhiều người Anh không thích từ aluminum, với lý do nó phá vỡ quy luật đặt tên các nguyên tố với hậu tố –ium, ví dụ sodium, calcium và strontium. Do đó, họ đã thêm vào một nguyên âm. Trong số các thành tựu khoa học của mình, Davy còn là người phát minh ra đèn bảo hộ cho thợ mỏ.

May mắn thay, vẫn có những người tỉnh táo để làm việc ở đâu đó. Năm 1808, một tín đồ Quaker [phái giáo hữu] nghiêm khắc là John Dalton đã trở thành người đầu tiên khám phá ra bản chất của nguyên tử (một bước tiến lớn lao sẽ được thảo luận đầy đủ hơn ngay sau đây). Và vào năm 1811, một người Ý với cái tên đậm chất opera là Lorenzo Romano Amadeo Carlo Avogadro, Bá tước xứ Quarequa và Cerreto, đã có một phát minh vô cùng có ý nghĩa xét về dài hạn – đó là, hai khối lượng khí bất kỳ, nếu được giữ trong cùng một áp suất và nhiệt độ, sẽ chứa số lượng phân tử như nhau.

Có hai điều cần lưu ý về Nguyên lý Avogadro tưởng chừng như vô cùng đơn giản. Trước hết, đó là cơ sở để tính toán chính xác hơn kích thước và khối lượng của nguyên tử. Sử dụng các thuật toán của Avogadro, các nhà hóa học cuối cùng đã có thể tính được đường kính của một nguyên tử điển hình là 0,00000008cm, nghĩa là nó rất nhỏ. Điều thứ hai là hầu như không ai biết đến nguyên lý này trong gần 50 năm.[1]

---

[1] *Nguyên lý này dẫn tới sự ra đời muộn hơn của hằng số Avogadro, một đơn vị đo lường cơ bản trong hóa học, được đặt theo tên của Avogadro, rất lâu sau khi ông qua đời. Đó là số phân tử có trong 2,016g khí hiđro (hoặc một khối lượng tương tự của bất kỳ khí nào khác). Giá trị của nó là 6,0221367 x 1023, một con số cực kỳ lớn. Những ai học Hóa học từ lâu đã tự mua vui bằng cách tính xem con số này lớn đến mức nào, vì thế tôi có thể nói rằng nó tương đương với số hạt bỏng ngô cần thiết để bao phủ toàn bộ nước Mỹ dưới độ sâu 9 dặm. Đó cũng là số các đồng xu Mỹ đủ để khiến tất cả mọi người trên thế giới này trở thành triệu phú đô-la. Tóm lại đó là một con số lớn.*

Một phần là vì ông vốn là một nhà khoa học về hưu, làm việc một mình và rất ít liên lạc với các nhà khoa học khác, chỉ công bố một vài bài báo và không tham dự bất cứ cuộc hội thảo nào. Đồng thời cũng còn vì thời đó không có hội thảo nào về hóa học, và cũng có rất ít tạp chí về lĩnh vực này để công bố nghiên cứu. Đây là một sự thật khá lạ kỳ. Cuộc Cách mạng Công nghiệp được thúc đẩy phần lớn nhờ những tiến bộ trong lĩnh vực hóa học, thế nhưng chúng ta vẫn chưa có một ngành hóa học quy củ trong nhiều thập kỷ.

Mãi tới năm 1841, Hội Hóa học London mới được thành lập, và nó không cho ra đời được một tạp chí thường kỳ nào cho đến tận năm 1848, khi hầu hết các Hội khoa học ở châu Âu như địa lý, địa chất, động vật học, tự nhiên học và thực vật học đã có ít nhất 20 năm tuổi hay còn nhiều hơn. Đối thủ của nó là Học viện Hóa học ra đời năm 1877, một năm sau khi Hội Hóa học Hoa Kỳ được thành lập. Bởi các nhà hóa học rất chậm đi vào tổ chức, cho nên thông tin về phát kiến quan trọng của Avogadro vào năm 1811

không được biết đến rộng rãi cho đến khi Hội nghị Hóa học quốc tế lần đầu tiên được tổ chức tại Karlsruhe vào năm 1860.

Bởi các nhà hóa học đã làm việc biệt lập quá lâu, nên sự đồng thuận diễn ra chậm chạp. Cho đến nửa sau của thế kỷ này, công thức H2O2 có thể có nghĩa là nước với một nhà hóa học, nhưng lại chỉ là hiđro peroxit với một nhà hóa học khác. C2H4 có thể là ký hiệu của êtylen hoặc khí mêtan. Hầu như không có quy tắc trình bày thống nhất về phân tử ở bất cứ đâu.

Các nhà hóa học cũng sử dụng rất nhiều ký hiệu và chữ cái viết tắt, thường là do họ tự nghĩ ra. J. J. Berzelius, người Thụy Điển, đã đề xuất một biện pháp cần thiết là viết tắt các nguyên tố dựa trên tên tiếng Hy Lạp hoặc Latin của nó. Từ đó mà ký hiệu viết tắt của sắt là Fe (xuất phát từ tiếng Latin *ferrum)* và của bạc là Ag (xuất phát từ tiếng Latin *argentum*). Việc có nhiều ký hiệu hóa học phù hợp với tên tiếng Anh của chúng (thí dụ N và nitrogen, O và ôxygen, H và hiđrogen, v.v…) phản ánh nguồn gốc Latin của tiếng Anh chứ không phải vị trí cao quý của nó. Để thể hiện số nguyên tử có trong một phân tử, Berzelius đã chọn cách viết chỉ số ở bên trên, chẳng hạn H^2O. Về sau, dù không vì một lý do đặc biệt nào, người ta lại ưa chuộng cách viết H_2O.

Cho dù được sắp xếp lại đôi chút, nhưng hóa học vào khoảng nửa sau của thế kỷ XIX vẫn là một mớ hổ lốn, bởi vậy sự xuất hiện nổi bật của một giáo sư Đại học St Peterburg có bề ngoài kỳ lạ và hơi khùng vào năm 1869 lại làm người ta rất vui lòng, đó chính là Dmitri Ivanovich Mendeleyev.

Mendeleyev (đôi khi còn được viết là Mendeleev hay Mendeléef) sinh năm 1834 tại Tobolsk, vùng viễn đông Siberia, trong một gia đình trung lưu, có giáo dục và rất đông người – nhiều đến mức tư liệu không ghi nhận chính xác có bao nhiêu đứa con trong gia đình ông: một số nguồn cho biết họ có 14 đứa con, một số nguồn thì lại đưa ra con số 17. Song tất cả đều đồng ý rằng Dmitri là con út trong gia đình. May mắn không phải lúc nào cũng mỉm cười với nhà Mendeleyev. Khi Dmitri còn nhỏ, cha ông, hiệu trưởng của một trường học địa phương, bị mù và mẹ ông đã phải ra ngoài làm việc. Là một người phụ nữ phi thường, cuối cùng bà trở thành người điều hành một xưởng sản xuất kính thành công. Tất cả mọi thứ diễn ra suôn sẻ cho đến năm 1848 khi xưởng bị cháy và gia đình ông lại rơi vào tình trạng thiếu thốn. Quyết tâm để đứa con con út được học hành, bà Mendeleyev bất khuất đã cùng Dmitri đi nhờ xe hàng nghìn dặm tới tận St Petersburg – bằng từ London tới Guinea Xích đạo – và gửi ông vào Học viện Sư phạm. Kiệt sức vì

vất vả, bà đã qua đời không lâu sau đó.

Mendeleyev đã nghiêm túc hoàn thành chương trình học, và nhận được một công việc tại một trường đại học địa phương. Tại đây, ông trở thành một nhà hóa học có năng lực nhưng không quá xuất sắc. Ông được biết đến nhiều hơn với bộ râu tóc quái dị của mình bởi ông thường chỉ cắt chúng một năm một lần, thay vì tài năng ông thể hiện trong phòng thí nghiệm.

Tuy nhiên, vào năm 1869, ở độ tuổi 35, ông bắt đầu tìm tòi cách sắp xếp các nguyên tố. Vào thời điểm đó, các nguyên tố thường được phân nhóm theo hai cách – hoặc bằng khối lượng nguyên tử (sử dụng phương pháp của Avogadro) hoặc theo các đặc tính chung (ví dụ, chúng là kim loại hay khí). Điểm đột phá của Mendeleyev là ông nhận thấy rằng hai cách này có thể kết hợp trên một bảng duy nhất.

Như vẫn thường thấy trong khoa học, nguyên tắc này đã được dự đoán ba năm trước đó bởi một nhà hóa học không chuyên người Anh, John Newlands. Ông đã cho rằng khi các nguyên tố được sắp xếp theo khối lượng, chúng dường như lặp lại những đặc tính nhất định – tại mỗi vị trí số tám trên bảng phân loại. Với chút không khôn ngoan, và vì ý tưởng này chưa gặp thời, Newlands đã gọi nó là Luật Quãng tám và so sánh cách sắp xếp này với những quãng tám trên một bàn phím dương cầm. Có lẽ do cách Newlands trình bày vấn đề, nên ý tưởng này bị cho là lố bịch và bị chế giễu khắp nơi. Khi thảo luận, các cử tọa khôi hài còn thường hỏi liệu ông có thể bảo các nguyên tố chơi một đoạn nhạc không. Quá thất vọng, Newlands bỏ dở việc phát triển ý tưởng và cũng nhanh chóng không còn được ai chú ý tới.

Mendeleyev tiếp cận hơi khác một chút, ông xếp các nguyên tố thành nhóm bảy, nhưng về cơ bản sử dụng cùng một tiền đề. Đột nhiên, ý tưởng này trở nên sáng rõ và có chiều sâu một cách kỳ diệu. Bởi đặc tính của các nguyên tố lặp lại một cách có chu kỳ nên phát minh này được gọi là Bảng Tuần hoàn các nguyên tố.

Người ta cho rằng Mendeleyev có cảm hứng từ trò chơi bài có tên là solitaire ở Bắc Mỹ, trong đó các quân bài được xếp theo bộ ở chiều ngang và theo con số ở chiều dọc. Sử dụng một khái niệm tương tự, ông đã sắp xếp các nguyên tố theo hàng ngang gọi là chu kỳ và hàng dọc gọi là nhóm. Điều này lập tức thể hiện một bộ các mối quan hệ khi đọc từ trên xuống dưới và từ trái sang phải. Cụ thể là, các cột dọc là các nguyên tố cùng đặc tính với nhau. Do đó, đồng sẽ ở trên bạc và bạc ở dưới đồng vì chúng đều là kim loại;

trong khi đó, hêli, neon và argon đều thuộc cột khí. (Nhân tố thật sự quyết định vị trí của nguyên tố này là electron hóa trị của chúng và để hiểu được điều này bạn cần phải tìm hiểu thêm). Trong khi đó, các hàng ngang sắp xếp các nguyên tố hóa học theo thứ tự tăng dần của số proton có trong hạt nhân – hay còn được biết đến là số hiệu nguyên tử.

Cấu trúc của nguyên tử và tầm quan trọng của các proton sẽ được bàn tới trong chương tiếp theo; tất cả những gì cần lúc này là hiểu được nguyên tắc sắp xếp: hiđro chỉ có một proton cho nên số hiệu nguyên tử của nó là 1 và sẽ đứng đầu bảng; urani có 92 proton và sẽ đứng gần cuối với số hiệu nguyên tử là 92. Theo đó, như Philip Ball đã nói, hóa học thật sự chỉ là vấn đề về đếm. (Số hiệu nguyên tử không nên bị nhầm với nguyên tử khối, dùng để chỉ tổng số proton và số neutron trong một nguyên tố nhất định).

Khi đó, vẫn còn nhiều điều người ta chưa biết và chưa hiểu. Hiđro là nguyên tố phổ biến nhất trong vũ trụ, nhưng không ai biết được điều đó cho đến 30 năm sau. Hêli, nguyên tố phổ biến thứ hai cũng chỉ được phát hiện năm trước đó – sự tồn tại của nó chưa từng được đặt thành vấn đề từ trước – và sau đó nó được phát hiện qua quang phổ trong một lần nhật thực, không phải trên Trái Đất mà trên Mặt Trời, đó là lý do nó mang tên của thần Mặt Trời trong tiếng Hy Lạp – Helios. Phải mãi đến năm 1895 người ta mới tách được nguyên tố này. Dù sao, nhờ phát minh của Mendeleyev, hóa học giờ đây đã có một bước tiến vững chắc.

Đối với hầu hết chúng ta, Bảng Tuần hoàn mang một vẻ đẹp trừu tượng, song đối với các nhà hóa học, nó đã thiết lập ngay trật tự và sự minh xác. "Không nghi ngờ gì nữa, Bảng Tuần hoàn các nguyên tố hóa học là sơ đồ tổ chức đẹp mắt nhất từng được tạo ra," Robert E. Krebs đã viết như vậy trong cuốn *The History and Use of Our Earth's Chemical Elements* [tạm dịch: *Lịch sử và việc sử dụng các nguyên tố hóa học của Trái Đất*] – và bạn có thể tìm thấy những lời cảm thán tương tự trong bất cứ tài liệu nào về lịch sử hóa học từng được xuất bản.

Ngày nay, chúng ta có khoảng 120 nguyên tố đã được tìm ra – 92 nguyên tố xuất hiện một cách tự nhiên và khoảng hai chục các nguyên tố được tìm ra từ phòng thí nghiệm. Con số thực tế có phần gây tranh cãi vì các nguyên tố tổng hợp nặng chỉ tồn tại trong vài phần triệu của giây, và các nhà hóa học đôi khi tranh luận về việc liệu chúng đã thật sự được phát hiện hay chưa. Vào thời của Mendeleyev, người ta mới chỉ biết đến 63 nguyên tố, nhưng ông biết rõ rằng các nguyên tố này không đủ để tạo nên

một bức tranh hoàn chỉnh vì có quá nhiều mảnh còn thiếu. Bảng Tuần hoàn của ông dự đoán, với độ chính xác cao, vị trí các nguyên tố mới sẽ chiếm chỗ khi chúng được phát hiện. Không ai biết rằng số lượng các nguyên tố sẽ lên đến bao nhiêu, nhưng bất cứ chất gì có nguyên tử khối lớn hơn 168 đều bị xem như "suy diễn thuần túy"; nhưng điều chắc chắn là bất cứ nguyên tố nào được tìm thấy đều sẽ khớp với hệ thống vĩ đại của Mendeleyev.

Thế kỷ XIX còn có một điều bất ngờ cuối cùng cho các nhà hóa học. Mọi chuyện bắt đầu từ năm 1896 khi Henri Becquerel ở Paris bất cẩn để một gói muối urani trên một tấm kính ảnh được bọc kỹ và cất trong ngăn kéo. Khi lấy tấm kính ảnh, ông kinh ngạc nhận thấy số muối đã cháy hết và có vẻ tấm kính đã bị phơi sáng. Các hạt muối đã tạo ra một loại tia nào đó.

Xét thấy tầm quan trọng của hiện tượng mà mình mới phát hiện, Becquerel đã làm một việc lạ lùng: ông giao vấn đề này cho một học viên cao học nghiên cứu. May mắn thay, học viên này là một người mới di cư từ Ba Lan tới, có tên là Marie Curie. Cùng làm việc với vị hôn phu của mình, Pierre, Curie còn phát hiện được rằng một số loại đá nhất định phát ra nguồn năng lượng bất thường và liên tục mà không thu nhỏ kích thước hay thay đổi theo một cách nhận thấy được. Đây là điều mà bà và chồng không thể biết – thực chất là không ai có thể biết cho đến tận khi Einstein giải thích những điều này ở thập kỷ sau, rằng các loại đá này đang chuyển hóa khối lượng thành năng lượng theo một cách vô cùng hiệu quả. Marie Curie đã gọi đây là hiệu ứng "phóng xạ". Trong quá trình làm việc, hai vợ chồng bà đã tìm thấy hai nguyên tố mới – poloni, được đặt theo tên tổ quốc quê hương họ, và rađi. Vào năm 1904, hai vợ chồng Curie và Becquerel đã cùng nhận giải Nobel về Vật lý (Marie Curie sẽ còn nhận được một giải thứ hai vào năm 1911 về Hóa học; bà là người duy nhất từng nhận giải ở cả hai lĩnh vực Vật lý và Hóa học).

Tại Đại học McGill ở Montreal, chàng trai trẻ người New Zealand, Ernest Rutherford, rất có hứng thú với chất chất phóng xạ mới. Cùng với đồng nghiệp của mình là Frederick Soddy, ông đã khám phá rằng nguồn năng lượng dự trữ khổng lồ được nén trong những mẩu vật chất nhỏ bé này và sự phân rã phóng xạ của những nguồn dự trữ này là nguyên nhân chính cho sự ấm áp của Trái Đất. Họ cũng phát hiện ra rằng các nguyên tố phóng xạ phân rã để trở thành các nguyên tố khác – ví dụ hôm nay bạn có một nguyên tử urani, và hôm sau bạn có một nguyên tử chì. Điều này thật sự kỳ lạ. Nó đơn giản và thuần túy là thuật giả kim; không ai đã từng tưởng tượng rằng nó có thể xảy ra một cách tự nhiên và

tự phát.

Vốn thực dụng, Rutherford là người đầu tiên nhận thấy rằng phát hiện của mình có khả năng ứng dụng thực tế rất giá trị. Ông nhận thấy bất cứ mẫu vật chất phóng xạ nào cũng đều mất cùng một khoảng thời gian để một nửa mẫu đó phân rã – đây chính là chu kỳ bán rã nổi tiếng1 – và do đó độ phân rã đều đặn và đáng tin cậy này có thể trở thành một loại đồng hồ. Bằng cách tính ngược trở lại để xem lượng phóng xạ của một vật chất hiện có và tốc độ bán rã của nó, bạn có thể tính ra tuổi của vật chất này. Ông đã thử với một mẩu uranit, quặng gốc của urani, và nhận thấy tuổi của nó là 700 triệu năm – lớn hơn rất nhiều so với độ tuổi mà hầu hết mọi người gán cho Trái Đất.

1· Nếu bạn từng băn khoăn xem bằng cách nào xác định 50% nguyên tử nào sẽ chết và 50% nào sẽ tồn tại trong chu kỳ tiếp theo của mẫu vật, câu trả lời là chu kỳ bán rã chỉ thuận tiện cho việc tính toán. Hãy tưởng tượng bạn có một mẫu vật chất với chu kỳ bán rã 30 giây. Không phải tất cả mọi nguyên tử trong mẫu này sẽ tồn tại trong chính xác 30, 60 hay 90 giây hoặc một khoảng thời gian chính xác nào khác. Mỗi nguyên tử thực chất tồn tại trong một khoảng thời gian hoàn toàn ngẫu nhiên và không liên quan gì tới các bội số của 30; nó có thể tồn tại thêm hai giây nữa kể từ thời điểm này hoặc nó có thể dao động tới hàng năm, hàng thập kỷ hoặc hàng thế kỷ nữa. Không ai có thể nói chính xác được. Điều chúng ta có thể nói là nếu nhìn tổng thể thì tốc độ phân rã này có nghĩa là một nửa số nguyên tử của mẫu sẽ biến mất sau mỗi 30 giây. Nói cách khác, đây là một tốc độ trung bình và bạn có thể áp dụng nó vào bất cứ mẫu lớn nào. Chẳng hạn, có người đã tính toán rằng các đồng xu của Mỹ có chu kỳ bán rã khoảng 30 năm.

Mùa xuân năm 1904, Rutherford đã thới London để giảng dạy ở Học viện Hoàng gia – tổ chức cao quý được Bá tước Rumford thành lập chỉ mới 105 năm trước đó, cho dù thời đại của tóc giả rắc bột cứ như đã cách xa so với mốt xắn tay áo ở cuối thời Victoria. Rutherford đến đây để chia sẻ về thuyết tan rã phóng xạ mới của mình, và vì thế ông mang theo một mẩu uranit. Ông chuẩn bị rất cẩn thận vì ngài Kelvin lão thành cũng có mặt, dù có thể không phải lúc nào cũng tỉnh táo – Rutherford biết chính Kelvin đã cho rằng việc phát hiện ra một nguồn nhiệt mới sẽ khiến các tính toán của ông trở thành thứ bỏ đi. Rutherford đã tìm ra nguồn nhiệt mới này. Nhờ có phóng xạ, Trái Đất có thể – và có đủ bằng chứng là đã tồn tại nhiều rất nhiều con số 24 triệu năm như những phép tính sau cùng của Kelvin đã đưa ra.

Kelvin mỉm cười với bài thuyết trình đầy sự tôn kính của Rutherford nhưng thực chất không hề bị lay chuyển. Ông không bao giờ chấp nhận những con số này, cho đến tận khi qua đời ông

vẫn tin rằng công trình tính toán tuổi Trái Đất là một trong những đóng góp quan trọng nhất của mình cho khoa học – vĩ đại hơn cả những gì ông đã cống hiến cho ngành nhiệt động lực học.

Cũng như mọi cuộc cách mạng khoa học khác, những phát kiến mới của Rutherford không được đón nhận trên toàn cầu. Cho đến tận những năm 1930, John Joly ở Dublin vẫn khăng khăng rằng Trái Đất không thể có độ tuổi nhiều hơn 89 triệu năm, và chỉ thôi nghĩ vậy khi ông qua đời. Những người khác bắt đầu lo ngại rằng Rutherford giờ đã cho họ quá nhiều thời gian. Nhưng ngay cả khi phương pháp đo lường phân rã trở nên nổi tiếng, cũng còn phải mất hàng thập kỷ trước khi chúng ta tính được tuổi thật của Trái Đất là khoảng một tỷ năm. Khoa học đã đi đúng đường, nhưng còn cách chân lý rất xa.

Kelvin mất năm 1907. Đây cũng là năm chứng kiến sự ra đi của Dmitri Mendeleyev. Cũng như Kelvin, quãng thời gian làm việc hiệu quả nhất của ông đã lùi xa, song những năm cuối đời của ông lại không mấy thanh thản. Càng có tuổi, Mendeleyev càng lập dị – ông từ chối công nhận sự tồn tại của phóng xạ, electron hay bất cứ thứ gì mới. Ông dành vài chục năm cuối đời ở các phòng thí nghiệm và giảng đường khắp châu Âu. Vào năm 1955, nguyên tố số 101 đã được đặt tên là mendelevium để vinh danh ông. "Thật phù hợp," Paul Strathern nói, "bởi đây là một nguyên tố không ổn định."

Đương nhiên, câu chuyện phóng xạ sẽ còn tiếp tục theo những cách không ai mong đợi. Đầu những năm 1900, Pierre Curie bắt đầu có triệu chứng nhiễm độc phóng xạ khá rõ – những cơn đau nhức trong xương và cảm giác bất ổn thường xuyên – chúng ngày càng không mấy dễ chịu. Chúng ta sẽ không bao giờ biết được chính xác, bởi vào năm 1906 ông bị xe cán khi đang băng qua một con phố ở Paris, và qua đời.

Marie Curie dành phần đời còn lại cống hiến hết mình cho lĩnh vực này, góp phần thành lập nên Viện Phóng xạ tại Đại học Paris vào năm 1914. Dù nhận hai giải Nobel nhưng bà chưa bao giờ được bầu vào Viện Hàn lâm Khoa học, chính vì sau cái chết của Pierre, bà vướng vào một rắc rối tình ái với một nhà vật lý đã có gia đình. Câu chuyện không đủ kín kẽ đến mức nó trở thành tai tiếng đối với ngay cả người Pháp, hoặc ít nhất là các nhà khoa học lão làng trong ban lãnh đạo Viện. Suốt một thời gian dài người ta cho rằng bất cứ thứ gì có năng lượng khổng lồ như chất phóng xạ đều có lợi. Nhiều năm liền, các nhà sản xuất kem đánh răng và thuốc nhuận tràng đã cho chất phóng xạ thori vào sản phẩm của

mình, và ít nhất cho đến cuối những năm 1920, khách sạn Glen Springs ở vùng Finger Lakes của New York (và chắc chắn ở nhiều nơi khác) đã quảng cáo đầy tự hào hiệu quả của các "suối khoáng có chất phóng xạ". Mãi cho tới năm 1938, nó mới bị cấm sử dụng trong các sản phẩm tiêu dùng. Song đã quá muộn đối với Marie Curie, bà đã qua đời vì bệnh bạch cầu từ năm 1934. Chất phóng xạ trên thực tế rất độc hại và tồn tại lâu đến mức những giấy tờ của bà từ thập kỷ 1890 – ngay cả những cuốn sách dạy nấu ăn – cũng quá nguy hiểm để chạm vào. Những cuốn sách trong phòng thí nghiệm của bà được bảo quản trong những chiếc hộp lót chì, và những ai muốn xem chúng đều phải mặc đồ bảo hộ.

Nhờ sự cống hiến và khả năng chịu rủi ro vô thức của những nhà khoa học nguyên tử đầu tiên, vào đầu thế kỷ XX, thật rõ ràng là Trái Đất thật sự có tuổi rất khả kính, nhưng sẽ phải mất nửa thế kỷ nghiên cứu khoa học nữa, người ta mới có thể tự tin khẳng định mức độ của sự khả kính này. Đồng thời, khoa học cũng chuẩn bị bước sang một kỷ nguyên mới – kỷ nguyên nguyên tử.

PHẦN III
KỶ NGUYÊN MỚI BẮT ĐẦU

Một nhà vật lý phải nghĩ về các nguyên tử theo cách của các nguyên tử.

Khuyết danh

08
Vũ trụ của Einstein

Gần cuối thế kỷ XIX, các nhà khoa học có thể hài lòng rằng họ đã có câu trả lời cho hầu hết những bí ẩn của thế giới vật chất: điện, từ trường, khí, quang học, âm học, động học và cơ học thống kê, tất cả đều đã đâu vào đó. Họ đã phát hiện tia X, tia cực âm, các electron và phóng xạ, đã phát minh ra các đơn vị ohm, watt, kelvin, jun, ampe và erg[1].

---

[1] · Ohm (hay ôm) là đơn vị đo điện trở. Watt (hay oát): đơn vị đo công suất. Kelvin (kenvin): đơn vị nhiệt giai. Jun (Joule): đơn vị đo công. Ampe (ămpe): đơn vị đo cường độ dòng điện. Erg (éc): đơn vị đo năng lượng và công cơ học. (BTV)

Họ cũng đã tiến hành hầu hết các thí nghiệm để một vật có thể

dao động, tăng tốc, nhiễu loạn, chưng cất, kết hợp, cân đong và cả hóa khí. Quá trình tìm ra các định luật của vũ trụ vĩ đại đến nỗi ta vẫn có xu hướng viết chúng bằng chữ in hoa, như Nguyên lý Điện từ trường Ánh sáng, Định luật Richter về Đối ứng Tỷ lệ, Định luật Khí của Charles, Định luật Kết hợp Thể tích, Định luật Zeroth, Khái niệm Hóa trị, Luật Tác dụng Khối lượng và vô số định luật khác. Cả thế giới hân hoan với những máy móc và công cụ ra đời nhờ trí tuệ của con người. Nhiều người thậm chí còn tin rằng các nhà khoa học chẳng còn gì để nghiên cứu.

Năm 1875, khi một thanh niên người Đức ở vùng Kiel là Max Planck đang phân vân lựa chọn giữa Toán học và Vật lý để cống hiến đời mình, anh nhận được những lời khuyên chân thành rằng không nên chọn Vật lý, đơn giản vì tất cả những phát hiện mang tính đột phá đều đã được thực hiện. Người ta đảm bảo rằng thế kỷ tới sẽ là một thế kỷ của củng cố và hoàn thiện chứ không phải của phát minh. Tuy nhiên, người thanh niên này đã bỏ ngoài tai những lời khuyên ấy. Planck miệt mài nghiên cứu Vật lý lý thuyết, ném mình vào entropy, quá trình cốt lõi của nhiệt động lực học, lĩnh vực còn nhiều hứa hẹn cho chàng trai trẻ đầy tham vọng này.[1] Năm 1891, Planck thu được các kết quả đầu tiên nhưng lại vô cùng thất vọng khi phát hiện ra rằng các mảng quan trọng của nhiệt động lực đều đã được một học giả Đại học Yale nghỉ hưu, J. Willard Gibbs, nghiên cứu cả rồi.

---

[1] · Entropy được biết đến như thước đo độ hỗn loạn của một hệ vật chất. Darrell Ebbing, trong cuốn General Chemistry [tạm dịch: Hóa học tổng quát], đã so sánh khá đúng khi đưa ra hình ảnh một bộ bài. Bộ bài mới vừa được đổ ra từ hộp, từ quân chuồn đến quân át, cũng tương tự như một hệ vật chất trong trạng thái nguyên thể. Khi bạn trộn bộ bài tức là bạn đặt nó vào trạng thái hỗn loạn. Về cơ bản, entropy là cách để đo lường trạng thái hỗn loạn đó và những kết quả có thể xảy ra nếu ta xáo trộn thêm. Ngoài ra, để nắm bắt đầy đủ về entropy, cần hiểu các khái niệm khác như không đồng đều nhiệt, khoảng cách mắt lưới và mối quan hệ cân bằng hóa học.

Gibbs là một nhà khoa học xuất chúng nhưng hầu hết mọi người đều chưa từng biết tên ông. Ngoại trừ ba năm học tập ở châu Âu, ông dành phần lớn đời mình trong phạm vi ba tòa nhà quanh nơi ông sống thuộc khuôn viên Đại học Yale ở New Haven, Connecticut. Suốt 10 năm đầu tiên tại Đại học Yale, ông thậm chí còn không bận tâm đến việc lĩnh lương (nhờ có những khoản độc lập). Từ khi trở thành giáo sư Đại học Yale năm 1871 cho đến khi qua đời năm 1903, Gibbs thu hút trung bình hơn một sinh viên cho môn của mình mỗi học kỳ. Sách do ông viết quá khó theo dõi, lại còn sử dụng một hệ thống kí hiệu riêng, nên nhiều người càng

không thể hiểu nổi. Nhưng đằng sau những công thức phức tạp đó là tầm nhìn của một trí tuệ hàng đầu.

Từ năm 1875 đến năm 1878, với loạt bài viết được gọi chung là *On the Equilibrium of Heterogeneous Substances* [tạm dịch: *Bàn về sự cân bằng của các chất hỗn tạp*], Gibbs đã làm sáng tỏ hầu hết mọi nguyên tắc của nhiệt động lực học, như "các khí, hỗn hợp, chất bề mặt, chất rắn, các giai đoạn thay đổi... phản ứng hóa học, tế bào điện hóa, lắng đọng trầm tích và thẩm thấu", (trích lời William H. Cropper). Về bản chất, những nghiên cứu của Gibbs chỉ ra rằng nhiệt động lực học không chỉ là nhiệt và năng lượng ở quy mô lớn và ồn ào của những động cơ hơi nước, mà còn tham gia và ảnh hưởng đến cả cấp độ nguyên tử của các phản ứng hóa học. *Equilibrium* của Gibbs được xem như là "cuốn Principia[1] về nhiệt động lực học". Tuy nhiên, bất chấp mọi tính toán, ông lại chọn xuất bản những lý thuyết mang tính bước ngoặt của mình trong *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, một tạp chí mà chính người Connecticut thậm chí cũng không ngó ngàng đến. Đó là lý do Planck không hề biết đến những tài liệu này cho đến khi quá muộn.

1· Principia: ở đây ý chỉ cuốn Các nguyên lý toán học của triết học tự nhiên của Newton.

Không nản lòng – hoặc do đã quen với những điều khiến mình nhụt chí – Planck chuyển hướng nghiên cứu sang các vấn đề khác.[1] Chúng ta sẽ nói về các vấn đề đó ngay sau đây, nhưng trước tiên hãy cùng đến Cleveland, Ohio, nơi đặt một tổ chức mà khi đó được gọi là trường Khoa học Ứng dụng Case [Case School of Applied Science]. Chính tại đây, trong thập kỷ 1880, nhà vật lý lỗi lạc Albert Michelson đã cùng bạn mình là nhà hóa học Edward Morley thực hiện một loạt các thí nghiệm với những kết quả gây sửng sốt cho toàn thế giới và có ảnh hưởng lớn đến toàn bộ ngành vật lý sau này.

1· Planck không gặp may mắn trong cuộc sống. Người vợ đầu tiên của ông mất năm 1909. Ông có hai người con trai, trong đó một người đã chết trong Thế chiến I. Hai cô con gái sinh đôi mà ông hết mực yêu thương cũng có số phận không may mắn. Cô chị chết sau khi sinh đứa con đầu lòng. Cô em thay chị đến chăm sóc cháu nhỏ đã đem lòng yêu và kết hôn với người anh rể. Hai năm sau, cô cũng qua đời vì sinh nở. Năm 1944, khi Planck đã 85 tuổi, bom của quân Đồng Minh rơi trúng nhà ông và thiêu rụi toàn bộ giấy tờ, tài liệu cũng như của cải mà Planck tích lũy cả đời. Trong những năm sau đó, cậu con trai duy nhất còn sống của ông bị bắt trong một âm mưu ám sát Hitler và bị tử hình.

Thí nghiệm của Michelson và Morley, dù vô tình đã phá hủy hoàn toàn niềm tin lâu dài với ête truyền ánh sáng, một môi trường ổn định, vô hình, không có khối lượng, không ma sát mà người ta cho là lan tỏa khắp vũ trụ, nhưng đáng tiếc lại hoàn toàn hoang đường. Được khởi xướng bởi Descartes, được ủng hộ bởi Newton và được tôn kính bởi hầu hết mọi người, ête chiếm vị trí trung tâm tuyệt đối trong vật lý thế kỷ XIX như một cách lý giải về môi trường truyền ánh sáng trong không gian. Nó mang ý nghĩa đặc biệt trong thế kỷ XIX khi ánh sáng được xem là một dạng sóng điện từ, hay nói cách khác cũng là một loại dao động. Năm 1909, nhà vật lý lừng danh người Anh, J. J. Thomson, còn nhấn mạnh: "Ête không phải là sáng tạo của những nhà khoa học lý thuyết, chúng là thành phần thiết yếu trong cuộc sống con người như không khí để chúng ta hít thở". Vậy mà chỉ hơn bốn năm sau, môi trường ête đã bị Michelson xóa sổ. Tóm lại, người ta từng đặt niềm tin tuyệt đối vào khái niệm ête.

Nếu cần một ví dụ minh họa rằng vào thế kỷ XIX, nước Mỹ là miền đất hứa của các cơ hội, bạn hãy nhìn vào cuộc đời của Albert Michelson. Sinh năm 1852 ở biên giới Đức-Ba Lan trong một gia đình thương nhân Do Thái nghèo, ông theo gia đình tới Mỹ từ khi còn nhỏ. Michelson lớn lên tại một khu khai thác mỏ vốn được tạo ra do cơn sốt vàng ở California, nơi cha ông kinh doanh nhỏ lẻ các mặt hàng khô. Không có tiền học đại học, ông đã tới Washington D.C, tìm cách lảng vảng gần Nhà Trắng nhằm tiếp cận Tổng thống Ulysses S. Grant khi ngài đi tản bộ hằng ngày (khi đó người ta thật ngây thơ). Chính trong những buổi đi bộ như vậy, Michelson đã thuyết phục được Tổng thống Grant đồng ý đứng ra đảm bảo để được học miễn phí tại Học viện Hải quân Hoa Kỳ, nơi Michelson theo ngành vật lý.

Mười năm sau, Michelson đã trở thành giáo sư của Trường Khoa học Ứng dụng Case ở Cleveland và ông bắt đầu quan tâm đến việc đo "gió Ête", một loại gió nghịch chuyển xuất hiện khi các vật thể chuyển động trong không gian. Quan điểm cơ học cổ điển của Newton cho rằng tốc độ của ánh sáng trong ête thay đổi phụ thuộc vào hệ quy chiếu. Tuy nhiên, chưa ai chứng minh được luận đề này. Michelson lập luận rằng trong nửa đầu mỗi năm, Trái Đất tiến đến Mặt trời, trong nửa năm sau lại rời xa, nếu đo và so sánh vận tốc ánh sáng tại hai mùa đối lập nhau, ông chắc chắn có thể tìm ra câu trả lời của mình.

Michelson đã thuyết phục được Alexander Graham Bell, người vừa phát tài nhờ phát minh điện thoại, tài trợ kinh phí để ông phát triển một chiếc *giao thoa kế*, thiết bị có thể đo vận tốc ánh

sáng với độ chính xác cao. Sau đó, với sự hỗ trợ đắc lực của Morley, Michelson đã dành nhiều năm cho những phép đo vận tốc ánh sáng tỉ mỉ và đòi hỏi độ chính xác tuyệt đối. Có giai đoạn, ông thậm chí phải dừng làm việc vì suy nhược thần kinh. Tuy nhiên đến năm 1887, họ bắt đầu thu được kết quả, nhưng đó lại không hề là những gì hai nhà khoa học này dự định sẽ phát hiện.

Nhà vật lý thiên văn Kip S. Thorne của Học viện Kỹ thuật California đã viết: "Tốc độ ánh sáng hóa ra là không đổi theo mọi hướng và vào *mọi* mùa". Đó là dấu hiệu đầu tiên cho thấy sau 200 năm, các định luật của Newton không phải sẽ luôn đúng. Thí nghiệm Michelson-Morley đã cho ra kết quả mà theo lời của William H. Cropper, "có lẽ là kết quả phủ định nổi tiếng nhất trong lịch sử vật lý". Michelson là người Mỹ đầu tiên được trao giải Nobel Vật lý, không phải vì 20 năm trời nghiên cứu, mà vì sự can đảm của ông khi dám công phá thành trì kiên cố của các quan niệm khoa học cổ điển.

Điều đáng nói là, dù đạt được những kết quả vang dội nhưng khi bước vào thế kỉ XX, Michelson cũng tự xếp mình vào nhóm những người tin rằng khoa học dường như chẳng còn gì để nghiên cứu, chỉ còn "vài tháp trang trí cần được thêm vào, vài kiến trúc mái vòm cần được chạm khắc", theo lời một nhà báo của tạp chí *Nature*.

Trên thực tế, loài người sắp bước vào một thế kỷ khoa học mà ở đó có nhiều người sẽ không hiểu bất cứ thứ gì và chẳng ai hiểu được mọi thứ. Các nhà khoa học sẽ sớm thấy mình mất phương hướng trong một thế giới hỗn loạn gồm các hạt và phản hạt, nơi mọi vật chất vụt xuất hiện rồi cũng vụt biến mất theo một nhịp thời gian mà chỉ một phần tỷ giây yên bình cũng không có. Khoa học sẽ đi từ thế giới của vật lý vĩ mô, nơi mọi đối tượng đều hiện hữu, có thể nắm bắt và đo đếm được, sang kỷ nguyên của vật lý vi mô, nơi mọi hiện tượng biến đổi nhanh chóng với quy mô không thể tưởng tượng nổi. Loài người sẽ bước vào kỷ nguyên lượng tử, và người đầu tiên đẩy cánh cửa để bước vào kỷ nguyên đó chính là nhà khoa học có cuộc đời kém may mắn, Max Planck.

Năm 1900, Planck đang nghiên cứu vật lý lý thuyết tại Đại học Berlin. Ở tuổi 42, Planck công bố thuyết lượng tử mới, trong đó khẳng định rằng năng lượng không phải là một thực thể liên tục và không đếm được như dòng nước chảy, mà nó phải có dạng đơn vị riêng lẻ mà ông gọi là "lượng tử". Đây là một khái niệm mới lạ và là khái niệm nay. Trước mắt, nó giải quyết được vấn đề đặt ra trong thí nghiệm Michelson-Morley bằng cách chứng minh ánh

sáng không nhất định chỉ tồn tại dưới dạng sóng. Xa hơn, nó đặt nền móng cho toàn bộ nền vật lý học hiện đại. Phát hiện của Max Planck lại một lần nữa là dấu hiệu cho thấy thế giới sắp thay đổi.

Tuy nhiên, mốc son của lịch sử – bình minh của cả một kỷ nguyên mới – chỉ đến vào năm 1905 khi trên tạp chí vật lý *Annalen der Physik* của Đức xuất hiện loạt bài của một viên chức Thụy Sĩ trẻ. Người này không có bất cứ mối liên hệ nào với các trường đại học, không có quyền truy cập thường xuyên vào bất cứ phòng thí nghiệm hay thư viện lớn nào ngoài thư viện của Văn phòng Cấp bằng Sáng chế Quốc gia Bern, nơi anh ta là giám định viên kỹ thuật hạng ba. (Trước đó, đơn đề nghị được thăng chức lên giám định viên hạng hai của anh ta đã bị từ chối).

Đó chính là Albert Einstein. Trong năm 1905 đầy biến động, Einstein gửi năm bài viết cho tạp chí *Annalen der Physik*, ba trong số đó được C. P. Snow đánh giá là những phát hiện vĩ đại nhất trong lịch sử vật lý – một bài đề cập đến hiệu ứng quang điện dựa trên lý thuyết lượng tử của Planck, một bài nghiên cứu chuyển động của các vi hạt trong trạng thái lơ lửng (chuyển động Brown), và một bài phác thảo về Thuyết Tương đối hẹp.

Nghiên cứu đầu tiên mang đến cho tác giả giải Nobel và giải thích bản chất của ánh sáng (nó cũng là tiền đề cho phát minh tivi và hàng loạt phát minh khác).[1] Nghiên cứu thứ hai chấm dứt mọi tranh luận về nguyên tử khi chứng minh chúng thực sự tồn tại. Nghiên cứu thứ ba chỉ đơn giản là đã thay đổi cả thế giới.

---

[1] · Einstein được vinh danh một cách mơ hồ cho "những đóng góp về vật lý lý thuyết". Ông đã phải chờ 16 năm, đến tận năm 1921 mới được nhận giải Nobel. Tính ra thì khoảng thời gian này cũng khá dài nhưng chưa là gì so với trường hợp của Frederick Reines, người phát hiện ra Nơtrino năm 1957, nhưng 38 năm sau mới được nhận giải Nobel, hoặc nhà khoa học người Đức, Ernst Ruska, người phát minh ra kính hiển vi điện tử năm 1932 và được nhận giải Nobel vào năm 1986, tức là sau hơn nửa thế kỷ. Vì giải Nobel không bao giờ được truy tặng, nên các nhà khoa học muốn được vinh danh thì ngoài sự xuất sắc còn cần cả tuổi thọ nữa.

Einstein sinh ra ở Ulm, miền Nam nước Đức, vào năm 1879 nhưng lại lớn lên ở Munich. Từ nhỏ, Einstein đã mang những đặc điểm khác người, mãi đến năm ba tuổi, cậu bé mới bắt đầu học nói. Vào thập kỷ 1890, gia đình ông chuyển đến Milan do việc kinh doanh điện của người cha lụn bại, nhưng Einstein lại đến Thụy Sĩ để tiếp tục con đường học tập của mình, dù ông thi trượt đại học trong năm đầu tiên. Năm 1896, để trốn nghĩa vụ quân sự,

ông từ bỏ quốc tịch Đức và theo học một khóa đào tạo giáo viên khoa học phổ thông trong bốn năm tại Đại học Bách khoa Zurich. Einstein khá sáng dạ, nhưng không phải là một sinh viên xuất sắc.

Năm 1900, ông tốt nghiệp, và vài tháng sau đó bắt đầu gửi bài cho tạp chí *Annalen der Physik*. Bài báo đầu tiên của ông bàn về hiện tượng mao dẫn được đăng trên cùng một kỳ với bài về lượng tử của Planck. Từ năm 1902 đến 1904, ông viết một loạt bài về cơ học thống kê, nhưng thật vô ích, vì tất cả đã được nhà khoa học khá tài năng J. Willard Gibbs ở Connecticut xuất bản trong cuốn *Elementary Principles of Statistical Mechanics* [tạm dịch: *Những nguyên tắc cơ bản của cơ học thống kê*] vào năm 1901.

Thời đi học, Albert đã có một tình yêu đẹp với Mileva Maric, cô bạn học người Hungary. Năm 1901, họ có một cô con gái ngoài giá thú, và đã kín đáo cho đứa trẻ đi làm con nuôi, vì thế suốt cuộc đời Albert chưa bao giờ được nhìn thấy con gái mình. Hai năm sau, ông và Maric kết hôn. Năm 1902, Einstein được nhận vào cơ quan sáng chế Thụy Sĩ và đã làm việc ở đó suốt 7 năm. Ông yêu thích công việc này: nó không quá tẻ nhạt mà ông vẫn có thời gian dành cho vật lý. Quãng thời gian này chính là giai đoạn nền tảng để Einstein phát triển thuyết tương đối nổi tiếng vào năm 1905.

"Bàn về điện động lực học của các vật thể chuyển động" là một trong những nghiên cứu lạ lùng nhất từng được xuất bản của Einstein, cả về nội dung và cách trình bày. Nó không hề có chú thích, trích dẫn, cũng không có các công thức toán và không nhắc đến nghiên cứu nào. Trong đó, Einstein chỉ dành lời cảm ơn duy nhất đến Michele Besso, một đồng nghiệp tại văn phòng sáng chế. Theo C. P. Snow, Einstein đã đi đến những kết luận "nhờ tư duy thuần túy, không cần trợ giúp, không cần tiếp nối quan điểm của bất cứ ai. Một việc gần như là không thể nhưng đó chính xác là điều ông đã làm."

Phương trình nổi tiếng của ông, $E = mc^2$, không xuất hiện trong nghiên cứu này, mà trong một bản phụ lục vài tháng sau đó. Hãy nhớ lại những gì chúng ta đã học, E trong phương trình này là viết tắt của từ Energy (năng lượng), m là mass (khối lượng) và c^2 là tốc độ ánh sáng bình phương.

Hiểu một cách đơn giản, phương trình này chỉ ra rằng luôn có mối tương quan giữa năng lượng và khối lượng của một vật thể. Nói cách khác, chúng là một – năng lượng chính là vật chất được giải phóng, vật chất chính là năng lượng đang chờ để được giải phóng.

Bởi c^2 (tốc độ bình phương của ánh sáng trong chân không) có giá trị rất lớn, nên điều cốt lõi mà Einstein gửi gắm trong phương trình này là nhận định rằng luôn tồn tại một năng lượng tiềm năng cực lớn, có thể lên đến vô cùng trong mọi loại vật chất.[1]

---

[1] · Lý do đại lượng c được chọn để ký hiệu tốc độ ánh sáng vẫn là một điều bí ẩn. Theo David Bodanis, nó có thể đến từ chữ celeritas trong tiếng Latin, nghĩa là chuyển động nhanh. Còn trong cuốn từ điển Tiếng Anh Oxford được biên soạn một thập kỷ trước khi lý thuyết của Einstein ra đời, kí hiệu c mang rất nhiều nghĩa, từ cácbon đến môn crích-kê, nhưng không hề có khái niệm nào liên quan đến ánh sáng hoặc chuyển động cả.

Bạn có thể chưa thấy công thức này có gì vĩ đại khác thường. Nhưng nếu là một người có tầm vóc trung bình, bạn đang chứa trong cơ thể khiêm tốn của mình một năng lượng tiềm năng lên đến 7x1018 Jun, bằng với sức công phá của 30 quả bom nguyên tử cỡ lớn, tất nhiên nếu bạn biết cách giải phóng nó và thật sự muốn làm thế. Mọi vật đều chứa thứ năng lượng nội tại này. Chỉ là chúng ta còn chưa biết cách giải phóng nó đấy thôi. Ngay cả bom uranium – thứ vũ khí hủy diệt mạnh nhất mà loài người từng chế tạo ra – còn có thể có sức hủy diệt thật sự lớn hơn gấp 100 lần nếu như người ta tận dụng được nó.

Trong số rất nhiều ứng dụng khác, học thuyết của Einstein còn giải thích cơ chế của bức xạ: làm thế nào một cục urani có thể phóng ra dòng năng lượng cao liên tục mà không tan chảy như một khối băng (bằng cách chuyển đổi khối lượng thành năng lượng cực kỳ hiệu quả theo công thức $E = mc^2$). Nó giải thích tại sao các ngôi sao có thể cháy sáng hàng tỷ năm mà không cạn năng lượng. Chỉ với một công thức đơn giản, Einstein đã đặt vào tay các nhà địa chất và thiên văn học một báu vật của hàng tỷ năm. Trên tất cả, lý thuyết đặc biệt này chỉ ra tốc độ ánh sáng là một hằng số tối thượng không gì có thể vượt qua. Nó khai sáng cho hiểu biết của con người về bản chất của vũ trụ và thật sự khai tử quan điểm về ête truyền ánh sáng. Einstein đã tạo ra một vũ trụ mới nơi ête không hề cần thiết.

Tuy nhiên, như thường thấy, các nhà vật lý rất thờ ơ với những phát kiến của một nhân viên cấp bằng sáng chế quèn, dù chúng vô cùng hữu ích. Mặc dù có công soi tỏ những bí ẩn sâu thẳm nhất của vũ trụ, nhưng Einstein vẫn bị đánh trượt khi nộp đơn xin làm giảng viên đại học, thậm chí cả đơn xin làm giáo viên trung học ông cũng bị từ chối. Ông lại trở về với công việc của một giám định viên hạng ba, song vẫn tiếp tục nghiên cứu. Ông thậm chí

còn chưa đi đến điểm kết thúc.

Nhà thơ Paul Valéry từng gợi ý Einstein nên có một cuốn sổ nhỏ để ghi chép những ý tưởng tiếp theo của mình, nhưng nhà khoa học đã ngạc nhiên nói rằng: "Để làm gì? Tôi hiếm khi có ý tưởng lắm." Tôi có lẽ không cần phải nhắc lại rằng mỗi khi Einstein có một ý tưởng thì nó thường rất kiệt xuất, bằng chứng là phát kiến tiếp theo của Einstein, được xem là quá vĩ đại trong lịch sử loài người. Boorse, Motz và Weaver hết lời ca ngợi về vị trí của nó trong lịch sử khoa học nguyên tử: "Đó chắc chắn là thành tựu trí tuệ cao nhất của cả nhân loại, được tạo ra chỉ bởi một người đàn ông."

Theo một số cuốn sách thì vào khoảng năm 1905, Einstein nhìn thấy một người phụ nữ rơi từ mái nhà xuống và ông nảy ra ý tưởng về lực hấp dẫn. Chúa ơi, câu chuyện này cũng chỉ là tác phẩm của trí tưởng tượng như biết bao giai thoại khác. Bởi chính Einstein đã nói, ông chỉ đơn giản là đang ngồi trên ghế khi trong đầu chợt lóe lên ý tưởng về trọng lực, hay chính xác hơn là một giải pháp cho vấn đề trọng lực.

Ngay từ đầu, ông đã ý thức được phần còn thiếu trong thuyết tương đối hẹp, đó chính là trọng lực. Điều "đặc biệt" của lý thuyết này là ở chỗ nó chỉ xem xét những vật di chuyển trong trạng thái cơ bản không bị cản trở. Nhưng điều gì sẽ xảy ra khi một vật đang chuyển động thì bị cản trở như bởi trọng lực chẳng hạn? Câu hỏi này chiếm trọn suy nghĩ của Eisntein trong nhiều thập kỷ tiếp theo và thôi thúc ông viết một bài báo mang tên "Những nghiên cứu vũ trụ học của thuyết tương đối rộng" vào năm 1917. Thuyết tương đối hẹp được đưa ra vào năm 1905 vô cùng có ý nghĩa. Nhưng theo C. P. Snow nhận định, nếu Einstein không làm nghiên cứu này thì hẳn trong vòng 5 năm nhất định sẽ có người khác. Còn thuyết tương đối rộng thì khác, C. P. Snow viết vào năm 1979: "Nếu Einstein không khai sinh ra thuyết tương đối rộng thì hẳn ngày nay nhân loại vẫn còn đang loay hoay tìm câu trả lời."

Với chiếc tẩu thuốc, tính cách trầm lặng và mái tóc bù xù, Einstein trông bình thường đến nỗi cho đến năm 1919, khi chiến tranh kết thúc, người ta mới đột nhiên tìm ra ông. Thuyết tương đối của ông nổi tiếng còn bởi người bình thường không hiểu được. David Bodanis, trong cuốn sách tuyệt vời $E = mc^2$, đã kể lại câu chuyện về việc tờ *New York Times* cử một phóng viên phụ trách mảng golf là Henry Crouch đến phỏng vấn Einstein.

Crouch đã hoàn toàn bất lực. Anh quả quyết cho là Einstein đã may mắn tìm được một nhà xuất bản quá dũng cảm khi dám xuất

bản một cuốn sách mà chỉ có "khoảng chục người trên toàn thế giới hiểu được". Thực ra chẳng có cuốn sách, nhà xuất bản, cũng chẳng có các học giả nào như Crouch đã nói, và ý tưởng viết một bài báo về Einstein đi vào ngõ cụt. Thế là số lượng người có thể hiểu được thuyết tương đối của Einstein cứ ít dần đi, và điều đáng nói là ngay cả giới khoa học cũng không có phản ứng gì cả.

Khi một phóng viên khác phỏng vấn nhà thiên văn học người Anh, Ngài Arthur Eddington, rằng có phải ông là một trong ba người hiểu được thuyết tương đối không, ông trầm ngâm trả lời: "Tôi đang cố nghĩ xem người thứ ba là ai." Trên thực tế, thuyết tương đối không phức tạp vì sử dụng nhiều phương trình vi phân, phép biến đổi Lorentz và các công thức toán học khác nhau (dù nó có sử dụng và chính Einstein cần được trợ giúp để hiểu chúng), vấn đề chính là nó hoàn toàn phi trực quan.

Xét theo luận điểm cơ bản của nó, thuyết tương đối cho rằng không gian và thời gian chỉ mang tính tương đối với cả người quan sát và vật được quan sát. Tốc độ di chuyển càng nhanh thì các hiệu ứng thời không này càng rõ ràng. Con người không bao giờ đạt được vận tốc ánh sáng và nếu càng cố gắng (đi nhanh hơn), chúng ta sẽ càng trở nên méo mó một cách tương đối trong mắt của người khác.

Những người truyền bá khoa học đã cố gắng đưa khái niệm này tới gần hơn với công chúng. Một trong những nỗ lực thành công nhất – ít nhất là về mặt thương mại – là cuốn *The ABC of Relativity* [tạm dịch: *Thuyết tương đối cơ bản*] của nhà toán học kiêm triết gia Bertrand Russell. Trong đó, Russell đã sử dụng một hình ảnh vẫn được dùng đến cho tới tận bây giờ. Nếu một đoàn tàu dài 100m di chuyển với vận tốc bằng 60% tốc độ ánh sáng, những người ở trên sân ga sẽ chỉ nhìn thấy một đoàn tàu dài 80m chạy qua và tất cả mọi vật trên tàu cũng bị nén lại tương tự như vậy. Nếu chúng ta có thể nghe được các hành khách trên tàu nói chuyện, đó sẽ là những âm thanh lắp bắp và chậm chạp, như khi ta bật một đĩa nhạc ở tốc độ chậm. Mọi cử động của người trên tàu cũng trở nên nặng nề, và ngay cả chiếc đồng hồ trên đó cũng chỉ chạy với bốn phần năm tốc độ bình thường trong mắt của những người quan sát.

Đặc biệt, những người ở trên tàu sẽ thấy mọi việc đang diễn ra một cách rất bình thường, nghĩa là nó sẽ chỉ méo mó với những người quan sát đứng trên sân ga. Điều làm nên sự khác biệt chính là vị trí của người quan sát đối với vật đang chuyển động.

Mỗi khi bạn chuyển động, hiệu ứng này đều xảy ra. Nếu bay khắp

từ bờ Đông sang bờ Tây Hoa Kỳ, khi bước xuống máy bay, bạn sẽ trẻ hơn những người ở đầu còn lại khoảng một phần tỷ của một giây. Ngay cả khi đang đi lại trong phòng, bạn cũng đang thay đổi dấu ấn thời gian và không gian của chính mình. Theo ước tính, một quả bóng chày nếu được ném với vận tốc 160km/giờ, nó sẽ nhận được thêm 0,000000000002gr khối lượng khi chạm đất. Những thay đổi đó theo thuyết tương đối là hoàn toàn đo được, tuy nhiên, nó nhỏ đến nỗi ta không thể phát hiện. Nhưng với những thứ khác – ánh sáng, trọng lực, hoặc chính bản thân vũ trụ ta đang sống – thuyết tương đối lại có chỉ ra rõ hơn các ảnh hưởng.

Chúng ta thường thấy thuyết này kỳ lạ bởi ta không trải nghiệm những tương tác kiểu này trong cuộc sống. Tuy nhiên, cũng theo Bodanis, thuyết tương đối ảnh hưởng đến ta hằng ngày. Ví dụ, khi bạn đang đứng cạnh một người chơi nhạc ồn ào trong công viên, nếu bạn di chuyển ra xa người đó, tiếng nhạc sẽ có vẻ nhỏ hơn. Trên thực tế, tiếng nhạc không hề nhỏ lại, mà là do vị trí tương quan của ta với nó đã khác. Nhưng một thực thể chậm như con ốc sên thì sẽ chẳng bao giờ ý thức được việc cùng một chiếc loa thùng có thể phát ra hai âm lượng khi nó ở hai vị trí khác nhau.

Phát hiện phức tạp và phi trực quan nhất trong thuyết tương đối rộng là thời gian là một phần của không gian. Thông thường, chúng ta quen nghĩ thời gian là tuyệt đối và bất biến, không gì có thể xen vào dòng chảy của nó. Tuy vậy, theo Einstein, thời gian là một biến số luôn thay đổi, thậm chí còn có hình khối. Có một chiều không gian thứ tư "luôn kết nối, không thể tách rời" (theo lời Stephen Hawking) với không gian ba chiều mà chúng ta đang sống, đó chính là không-thời gian.

Không-thời gian thường được giải thích qua việc hình dung một vật tròn, nặng như một quả bóng sắt đặt trên một mặt phẳng mềm như tấm đệm, hoặc một miếng cao su. Trọng lượng của quả bóng sẽ khiến mặt phẳng dưới nó căng ra và hơi võng xuống. Điều này cũng tương tự hiệu ứng mà một vật thể lớn như Mặt Trời (quả bóng) gây ra trên không-thời gian (tấm đệm): nó khiến không-thời gian cong và võng. Bây giờ, hãy tiếp tục tưởng tượng bạn lăn một quả bóng nhỏ hơn vẫn trên tấm đệm đó, theo định luật chuyển động của Newton, nó phải lăn theo một đường thẳng. Nhưng khi đến gần vật thể lớn hơn và đoạn võng xuống của tấm đệm, nó lăn xuống, hướng về phía quả bóng sắt theo một cách không thể cưỡng lại. Đó chính là trọng lực, sản phẩm khi không-thời gian bị uốn cong.

Mỗi loại vật chất đều gây ra ảnh hưởng như vậy với vũ trụ. Do đó,

vũ trụ, Dennis Overbye nhận xét, cũng giống một tấm đệm võng, và trọng lực không phải là một lực tác động mà chỉ là một phụ phẩm trong quá trình cong oằn của không-thời gian. Như vậy, theo lời của nhà vật lý Michio Kaku, "trọng lực không hề tồn tại; thứ làm di chuyển các hành tinh và các ngôi sao chính là sự biến dạng của không gian và thời gian".

Tất nhiên, ví dụ về tấm đệm võng dường như chưa đầy đủ vì nó chưa đề cập đến vai trò của thời gian. Trí tưởng tượng của chúng ta vẫn chưa đủ để mường tượng ra một tấm vải trơn tru được dệt bởi ba chiều không gian và một chiều thời gian. Tuy nhiên, ta vẫn phải đồng ý với nhau rằng các phát hiện đó là quá vĩ đại, ít nhất là với một người đàn ông trẻ quanh năm chỉ nhìn qua ô cửa sổ của cơ quan cấp bằng sáng chế tại thủ đô Thụy Sĩ.

Vậy theo thuyết tương đối rộng của Eisntein, rõ ràng vũ trụ hoặc đang mở rộng, hoặc đang co lại. Nhưng Einstein không phải là một nhà vũ trụ học, và ông chọn cách chấp nhận niềm tin phổ quát rằng vũ trụ ta đang sống là bất biến. Thay vì chứng minh rằng vũ trụ vận động, trong các phương trình của Einstein xuất hiện một "hằng số vũ trụ" đối trọng lại với trọng lực và góp phần làm cho vũ trụ đứng yên. Các cuốn sách về lịch sử khoa học đã tha thứ cho sai lầm này, nhưng chính bản thân ông cũng phải thừa nhận, đó là "sai lầm lớn nhất trong cuộc đời".

Thật trùng hợp, vào khoảng thời gian mà Einstein đang cố gắng đưa "hằng số vũ trụ" vào những công thức của mình, thì tại Đài Quan sát Arizona, một nhà thiên văn đến từ bang Indiana, Vesto Slipher, đã nghiên cứu quang phổ của các ngôi sao xa xôi, và phát hiện rằng chúng đang di chuyển về phía Trái Đất. Vậy là vũ trụ không hề đứng yên. Slipher nghiên cứu các ngôi sao và thấy sự di chuyển của chúng cũng theo cơ chế không thể nhầm lẫn của Hiệu ứng Doppler, lý thuyết này giải thích hiệu ứng âm thanh từ chói tai rồi lại trầm xuống của tiếng còi xe khi chúng tiến đến gần và vượt qua chúng ta.[1] Hiện tượng này cũng xảy ra với ánh sáng. Các ngôi sao tiến đến gần chúng ta có màu xanh và các ngôi sao càng di chuyển ra xa càng chuyển sang màu đỏ của quang phổ.

1· Hiệu ứng Doppler được đặt theo tên của nhà vật lý người Áo Johann Christian Doppler năm 1842. Hiệu ứng này phát biểu rằng nếu một vật chuyển động về phía một người quan sát đứng yên, sóng âm thanh mà vật phát ra sẽ tăng lên khi tiến đến gần thiết bị nhận (tai của chúng ta). Điều này tạo ra âm thanh chói tai với người quan sát. Trái lại, tần số sẽ giảm đi khi nguồn sóng đi qua người quan sát, và để lại những âm thanh dạng trầm.

Slipher là người đầu tiên nhận ra hiệu ứng ánh sáng này và tầm quan trọng của nó trong nghiên cứu chuyển động của vũ trụ. Tuy nhiên, không có nhiều người quan tâm đến điều này. Trong những năm 1910, đài thiên văn Lowell vẫn đang bận rộn nghiên cứu những Kênh đào sao Hỏa của Percival Lowell và xem đó là nỗ lực xứng đáng của ngành thiên văn. Slipher không biết đến thuyết tương đối của Einstein thế nào thì thế giới cũng phớt lờ ông như vậy. Phát hiện của Slipher không mảy may có tác động gì.

Mọi vinh quang lại về tay Edwin Hubble. Hubble sinh năm 1889, 10 năm sau Einstein, tại một thị trấn nhỏ ở bang Missouri và lớn lên ở Wheaton, Illinois, ngoại ô Chicago. Cha ông kinh doanh bảo hiểm thành công, vì vậy cuộc sống của Hubble luôn thoải mái và dư dả. Ông là một vận động viên tài năng, thông minh và rất ưa nhìn. Theo mô tả của William H. Cropper thì Hubble "đẹp trai đến ngỡ ngàng", thậm chí còn được những người hâm mộ so sánh với chàng Adonis, người yêu của thần Vệ nữ. Lời đồn đại về Hubble luôn gắn với những chiến công dũng cảm: cứu người sắp chết đuối, đưa những người tị nạn qua chiến trường Pháp tới nơi an toàn, hay hạ đo ván cả những nhà vô địch quyền anh thế giới. Mọi thứ dường như quá hoàn hảo để có thể tin là thật. Đúng là vậy. Dù cực kỳ tài năng nhưng Hubble lại nói dối thành tật.

Dù hơi kỳ lạ, cuộc đời của Hubble từ nhỏ đã đầy tài năng, có những lúc xuất sắc đến mức khó tin. Năm 1906 khi còn học trung học, ông giành được đến bảy giải nhất trong một hội thao, với môn nhảy sào, ném tạ, ném đĩa, ném búa, nhảy cao tại chỗ và nhảy cao chạy đà. Đội của ông còn vô địch môn điền kinh. Ngoài ra, ông đứng thứ ba trong môn nhảy xa của hội thao đó. Cùng năm, ông lập kỷ lục nhảy xa của bang Illinois.

Là một học giả, ông cũng thành công không kém. Hubble dễ dàng được nhận vào học ngành vật lý và thiên văn tại Đại học Chicago (nơi, tình cờ, người đứng đầu bộ phận lại là Albert Michelson). Tại đây, ông là một trong những học giả đầu tiên giành được học bổng Rhodes của Đại học Oxford. Ba năm sống ở Anh rõ ràng đã làm Hubble thay đổi, ông trở về Wheaton năm 1913 với phong cách Anh quốc nửa mùa, khoác áo choàng Êcốt, ngậm tẩu thuốc và nói chuyện với lối khoa trương khác thường, khiến các đồng nghiệp của ông không ít phen khó chịu. Ông giữ phong cách đó trong suốt phần đời còn lại. Sau đó, ông kể rằng đã dành mười năm tiếp theo hành nghề luật ở Kentucky, nhưng trên thực tế là làm việc như một giáo viên trung học và huấn luyện viên bóng rổ ở New Albany, Indiana, trước khi đạt được học vị tiến sĩ muộn màng sau thời gian ngắn ngủi tham gia Thế chiến I (ông đến Pháp một

tháng trước hiệp ước đình chiến và gần như không phải nghe một tiếng súng ác liệt nào).

Năm 1919, khi đã 30 tuổi, ông chuyển đến California và giữ một chức vụ tại Đài Quan sát Mount Wilson gần Los Angeles. Chẳng bao lâu sau ông đã trở thành nhà thiên văn học tiêu biểu nhất của thế kỷ XX.

Ta hãy tạm dừng một chút để bàn về những gì ta biết về vũ trụ tính đến thời điểm hiện tại. Các nhà thiên văn ngày nay cho rằng có khoảng 140 tỷ thiên hà trong vũ trụ. Con số đó lớn hơn rất nhiều so với tưởng tượng của chúng ta. Nếu các thiên hà đó biến thành những hạt đậu đông lạnh thì lượng hạt đậu đó có thể lấp đầy cả một khán phòng lớn, hay như nhà thiên văn Bruce Gregory đã tính toán, chúng có thể lấp đầy khu vườn cổ Boston hoặc Hội trường Hoàng gia Albert. Năm 1919, khi Hubble mới bắt tay vào nghiên cứu thiên văn học, người ta chỉ biết đến một thiên hà duy nhất: Ngân hà. Mọi thứ khác đều là một phần của Dải Ngân hà hoặc một đám mây khí ngoại vi xa xôi nào đó. Hubble sớm chứng minh quan điểm này là hoàn toàn sai lầm.

Trong thập kỷ tiếp theo, Hubble đã giải quyết hai trong số các câu hỏi cơ bản nhất về vũ trụ: nó bao nhiêu tuổi và nó lớn đến thế nào? Để trả lời cả hai câu hỏi này ta cần biết hai điều: các thiên hà cách chúng ta bao xa và chúng di chuyển ra xa với tốc độ bao nhiêu (hay còn gọi là vận tốc lùi). Vạch quang phổ màu đỏ cho ta biết các thiên hà đang dừng ở đâu, chứ không xác định được vị trí ban đầu của chúng. Do vậy, người ta đã đưa ra khái niệm "ngọn nến tiêu chuẩn" – đó chính là những ngôi sao mà độ sáng của chúng có thể được đo đạc chính xác, và lấy đó làm mốc để đo độ sáng (và tất nhiên cả khoảng cách tương đối) của các ngôi sao khác.

Vận may của Hubble đã đến cùng với một người phụ nữ có tên là Henrietta Swan Leavitt, người đã tìm ra cách để phát hiện các ngôi sao này. Leavitt là một nhân viên đo đạc tại Đài Quan sát Đại học Harvard. Những nhân viên như thế đã dành cả đời nghiên cứu ảnh những ngôi sao và thực hiện việc đo khoảng cách, đúng như chức vụ của họ. Đó là một công việc vất vả song lại là con đường để một phụ nữ có thể tiếp cận với thiên văn học thật sự tại Đại học Harvard. Hệ thống này, tuy không công bằng với phụ nữ nhưng lại mang đến những lợi ích bất ngờ: một nửa trong số những bộ óc ưu việt của nhân loại đã không bị bỏ phí, mà phụ nữ thì luôn xác định cấu trúc vũ trụ tỉ mỉ và chính xác hơn các đồng nghiệp nam giới của họ.

Một nhân viên đo đạc khác ở Harvard, Annie Jump Cannon, đã sử dụng hiểu biết thông thường của mình về các ngôi sao để đưa ra một hệ thống phân loại sao rất thực tế mà hiện nay vẫn đang được sử dụng. So với Cannon, đóng góp của Leavitt còn to lớn hơn, bà đã phát hiện một loại sao có tên là biến quang Cepheid (được đặt theo tên chòm sao Cepheus, nơi biến quang đầu tiên được xác định). Loại sao này rung động với một nhịp đều đặn – một loại nhịp tim của các ngôi sao. Các biến quang Cepheid rất hiếm gặp, nhưng ít nhất có một ngôi sao quen thuộc với nhiều người trong chúng ta, Polaris – sao Bắc cực – chính là một biến quang Cepheid.

Cepheid đều là những ngôi sao nhiều tuổi, đã trải qua "chu kì biến quang" chính, theo cách nói của các nhà thiên văn, và chuyển sang màu đỏ. Chúng ta có lẽ không cần phải phân tích tính chất hóa học của các ngôi sao màu đỏ ở đây, (nó đòi hỏi kiến thức về tính chất của các nguyên tử hêli đơn lẻ bị ion hóa và khá nhiều điều khác nữa). Người ta đo được "nhịp tim" của các biến quang Cepheid bởi việc đốt cháy nguồn nhiên liệu còn lại khiến chúng có một chu kì tỏ- mờ nhịp nhàng và rất đáng tin cậy. Tài năng của Leavitt thể hiện ở chỗ bằng cách so sánh độ lớn tương đối của các biến quang Cepheid tại các thời điểm khác nhau trên bầu trời, bà có thể tính được vị trí tương quan của chúng. Leavitt gọi chúng là các ngọn nến tiêu chuẩn [standard candle], và thuật ngữ này hiện vẫn còn được sử dụng. Phương pháp này chỉ đo đạc khoảng cách tương đối, không phải là khoảng cách tuyệt đối, nhưng dù sao đó là lần đầu tiên người ta có thể đo lường vũ trụ trên quy mô lớn.

(Để hiểu tầm vóc của những phát hiện này, ta cần lưu ý rằng trong lúc Leavitt và Cannon suy luận ra thuộc tính cơ bản của vũ trụ chỉ từ những dấu vết tối mờ của các ngôi sao xa xôi trên các tấm ảnh, thì tại Harvard, nhà thiên văn học William H. Pickering đang chăm chú dùng những kính thiên văn tối tân trong phòng thí nghiệm của mình để phát triển một lý thuyết rất sáng tạo tuyên bố rằng những mảng tối trên sao Hỏa được tạo ra bởi những bầy côn trùng di cư theo mùa.)

Kết hợp thước đo vũ trụ Leavitt với vạch quang phổ dịch chuyển về phía màu đỏ của Vesto Slipher, Hubble bắt đầu đo các điểm mà ông lựa chọn trong không gian dưới góc nhìn mới. Năm 1923, ông phát hiện lớp sương mỏng ở chòm Andromeda, còn gọi là M31, thực chất đó không phải là một đám mây khí mà chính là một quần thể sao, một thiên hà theo đúng nghĩa của nó, với đường kính hàng trăm nghìn năm ánh sáng và cách chúng ta 900.000 năm.

Vũ trụ thật sự rất rộng lớn – lớn vô cùng – vượt quá sự tưởng tượng của bất cứ ai. Năm 1924, Hubble đã viết một bài báo mang tính bước ngoặt, "Biến quang Cepheid trong tinh vân xoắn ốc" (tinh vân – *nebulae* trong tiếng Latin có nghĩa là "đám mây", cách Hubble gọi các thiên hà). Bài báo chỉ ra vũ trụ không chỉ có Dải Ngân hà, mà còn có rất nhiều thiên hà riêng biệt khác, các "đảo vũ tru". Nhiều thiên hà thậm chí lớn hơn Dải Ngân hà của chúng ta và cách chúng ta cực kỳ xa.

Chỉ riêng phát hiện về sự rộng lớn của vũ trụ đã khiến Hubble nổi tiếng, tuy nhiên những việc ông tiếp tục làm còn ấn tượng hơn. Hubble bắt đầu đo quang phổ của các thiên hà – việc mà Slipher đã làm ở Arizona – bằng kính thiên văn Hooker 100in đặt ở núi Wilton với những phép suy luận thông minh. Năm 1930, ông đã phát hiện được rằng tất cả các thiên hà có thể quan sát trên bầu trời (trừ thiên hà mà chúng ta đang sống) đều đang di chuyển ra xa. Hơn nữa, tốc độ của chúng tỉ lệ thuận với khoảng cách, tức là các thiên hà càng xa thì di chuyển càng nhanh.

Điều này thật đáng ngạc nhiên. Vũ trụ đang giãn nở, nhanh chóng và về mọi hướng. Ta không cần đến một trí tưởng tượng phong phú để đi đến kết luận này, cũng như nhận ra rằng nó rõ ràng phải có một điểm bắt đầu. Thay vì tĩnh tại và bất biến như người ta giả định, vũ trụ có một điểm bắt đầu, và có thể cũng có một điểm kết thúc.

Điều lạ lùng, theo Stephen Hawking, là trước đó không ai nghĩ đến việc vũ trụ đang lớn dần. Một vũ trụ tĩnh tại được thừa nhận bởi Newton và các nhà thiên văn học, rõ ràng đang sụp đổ. Một vấn đề khác là nếu các ngôi sao cứ cháy liên tục trong một vũ trụ vĩnh hằng, thì rõ ràng sức nóng mà chúng tạo ra sẽ trở nên quá sức chịu đựng. Một vũ trụ lớn dần lên đã giải quyết được phần lớn vấn đề này.

Tuy là một nhà quan sát cừ khôi, nhưng Hubble lại không hề nghĩ đến việc nâng tầm quan trọng cho những phát hiện của mình. Một phần là do ông chưa biết đến thuyết tương đối rộng của Einstein dù khi đó nó đã nổi tiếng trên toàn thế giới. Hơn nữa, vào năm 1929, khi nhà khoa học cao quý Albert Michelson, tuy tuổi đã cao nhưng vẫn là một nhà khoa học uy tín hàng đầu, chấp nhận làm việc tại Đài Quan sát núi Wilton với chiếc giao thoa kế đáng tin cậy, chắc chắn đã phải đề cập với Hubble về khả năng ứng dụng lý thuyết của Einstein vào các phát hiện của ông.

Nhưng tóm lại, Hubble vẫn không biết nắm lấy cơ hội, mà lại để

nó rơi vào tay một linh mục, học giả người Bỉ (người đã từng lấy bằng tiến sĩ từ MIT) là Georges Lemaître. Ông đã kết hợp chúng trong "thuyết pháo hoa" của mình, cho rằng vũ trụ bắt đầu như một điểm hình học, một "nguyên tử tiên khởi" và phát triển đến tận bây giờ. Nó cũng tương tự thuyết Big Bang ngày nay, nhưng ra đời sớm hơn và cần thêm một số thuyết bổ trợ khác. Thế giới sẽ còn phải trải qua vài thập kỷ, cộng thêm phát hiện tình cờ về bức xạ nền vũ trụ của Penzias và Wilson ở New Jersey, trước khi Big Bang từ một ý tưởng được nâng tầm thành một học thuyết.

Cả Hubble và Einstein đều không có mặt trong câu chuyện này nhưng không thể phủ nhận những đóng góp thầm lặng của họ.

Năm 1936, Hubble xuất bản cuốn sách có tựa đề *The Realm of Nebulea* [tạm dịch: *Địa hạt của tinh vân*], trong đó ông đã phóng đại những thành tựu của mình đôi chút. Với cuốn sách này, cuối cùng ông cũng thừa nhận có đọc qua lý thuyết của Einstein bằng cách dành bốn trong khoảng hai trăm trang sách nói về nó.

Hubble qua đời sau một cơn đột quỵ vào năm 1953 nhưng cuộc đời ông vẫn chưa hết lạ kỳ. Vì những lý do riêng tư, vợ ông kiên quyết không tổ chức đám tang và giữ bí mật chuyện bà làm gì với thi thể người chồng quá cố. Cho đến bây giờ, người ta cũng không biết thi thể của một trong những nhà thiên văn học vĩ đại nhất thế giới đang ở đâu. Để tưởng nhớ ông, người ta chỉ còn biết nhìn lên bầu trời qua chiếc kính viễn vọng Không gian Hubble, ra đời năm 1990 và vinh dự được mang tên ông.

09
Nguyên tử phi thường

Trong khi Einstein và Hubble chỉ rõ cấu trúc vũ trụ trên quy mô lớn, thì những nhà khoa học khác cũng đang miệt mài tìm hiểu một khái niệm tưởng như rất gần mà cũng rất xa: chính là những nguyên tử nhỏ bé và bí ẩn.

Nhà vật lý Richard Feynman của Đại học Caltech đã từng phát biểu: "Nếu bạn muốn thu gọn lịch sử vật lý chỉ trong một câu, thì đó là: Mọi vật chất đều được tạo thành từ nguyên tử." Chúng có mặt ở khắp mọi nơi và cấu thành mọi thứ. Hãy nhìn xung quanh bạn, tất cả đều là nguyên tử, không chỉ trong những bức tường rắn hay ghế sopha, mà còn tồn tại trong cả không khí mà bạn hít thở và những vật thậm chí bạn không thể nhận thức được.

Nguyên tử sẽ tạo thành phân tử [molecule] (trong tiếng Latin có nghĩa là "một lượng rất nhỏ"). Một phân tử có cấu tạo đơn giản từ hai hay nhiều nguyên tử kết hợp với nhau trong một cơ chế ổn định. Khi sắp xếp hai nguyên tử hiđro và một nguyên tử ôxy, ta sẽ có một phân tử nước. Những nhà hóa học thường tư duy từ góc độ phân tử hơn là các nguyên tố, cũng giống như những nhà văn thích từ ngữ hơn là các chữ cái đơn lẻ, vì vậy họ thường đo đếm bằng số phân tử, một con số thực sự rất ấn tượng. Trong điều kiện mặt biển, ở nhiệt độ 0oC, 1cm3 không khí (có thể tích bằng một viên đường) chứa tới 45 tỷ tỷ phân tử. Bây giờ, hãy nhìn ra ngoài ô cửa sổ và nghĩ xem bạn cần bao nhiêu viên đường như vậy để lấp đầy không gian trước mắt và sau đó là cả vũ trụ. Bạn sẽ thấy số lượng các nguyên tử nhiều không kể xiết.

Độ bền của chúng cũng thật tuyệt vời. Vì các nguyên tử có vòng đời rất dài nên chúng chuyển từ vật này sang vật khác. Mỗi nguyên tử cấu thành bạn chắc chắn đã đi qua vài ngôi sao và từng là một phần của hàng triệu sinh vật. Mỗi người chúng ta đều là

một tập hợp nguyên tử khổng lồ, và chúng được chuyển hóa triệt để khi vật chủ lìa đời đến nỗi một phần lớn trong chúng ta – khoảng một tỷ nguyên tử – rất có thể đã từng thuộc về Shakespeare. Một tỷ khác đến từ Đức Phật, Beethoven, Thành Cát Tư Hãn hay bất cứ nhân vật lịch sử nào (nhưng bạn phải trừ Elvis Presley ra, vì các nguyên tử phải mất nhiều thập kỷ trước khi có thể tái phân bố một cách triệt để).

Vậy là tất cả chúng ta đều là sự tái sinh, dù chỉ để sống một đời ngắn ngủi. Đến khi ta chết, các nguyên tử sẽ tách ra và đi tìm một vật chủ mới, ví dụ như một chiếc lá, một cơ thể sống hoặc một hạt sương. Bản thân các nguyên tử sẽ chu du mãi mãi trong vũ trụ này. Không ai biết một nguyên tử tồn tại được bao lâu, nhưng theo Martin Rees thì có thể là 10^{35} năm – con số lớn đến nỗi chính bản thân tác giả cuốn sách này cũng phải biểu thị nó dưới dạng toán học.

Các nguyên tử rất nhỏ – cực kỳ nhỏ. Một sợi tóc của con người cũng có thể chứa đến cả nửa triệu nguyên tử. Ở mức đó rõ ràng ta khó mà tưởng tượng được một nguyên tử đơn lẻ nhỏ đến thế nào, nhưng tất nhiên chúng ta nên thử.

Hãy bắt đầu với 1mm, nó sẽ có độ dài như dấu gạch này: -. Bây giờ chia dấu gạch này thành 1.000 phần bằng nhau, ta có kích cỡ của một vi sinh vật khoảng một micron. Một con trùng đế giày bình thường chỉ cỡ 2 micron, tức là 0,002mm. Nếu bằng mắt thường, bạn muốn thấy sinh vật đơn bào này bơi trong một giọt nước, bạn sẽ phải phóng đại giọt nước cho đến khi nó dài khoảng 12m. Tuy nhiên, nếu muốn nhìn thấy một nguyên tử trong cùng giọt nước đó, bạn phải phóng nó lên thành 24km.

Nói cách khác, nguyên tử tồn tại ở quy mô một phần mười triệu milimét, nhỏ đến nỗi bạn phải phóng đại mỗi micron lên 10.000 lần mới phát hiện được. Nếu bạn vẫn thấy khó tưởng tượng, thì tỉ lệ của một nguyên tử so với vạch milimét ở phía trên chỉ bằng với tỉ lệ độ dày của một tờ giấy so với tòa nhà Empire State.

Dù sự bé nhỏ khiến nguyên tử gần như vô hình, nhưng chúng thực chất rất bền và có số lượng khổng lồ. Mô tả về nguyên tử có thể được gói gọn trong ba từ: nhỏ, nhiều, vững chắc. Antoine-Laurent Lavoisier không phải là người đầu tiên nhận thức được rằng vật chất được cấu thành từ nguyên tử, và Henry Cavendish hay Humphry Davy cũng không, mà là một tín hữu người Anh mà chúng ta đã nhắc đến ở chương 7, John Dalton.

Dalton sinh năm 1766 tại quận Lake, gần Cockermouth trong một gia đình thợ dệt nghèo và mộ đạo. Ông là một học sinh sáng dạ, khi mới 12 tuổi đã được giao quản lý trường giáo hữu địa phương, những điều này có lẽ cũng chưa đủ để nói về sự trưởng thành sớm của Dalton. Ở tuổi này, ông đã bắt đầu đọc *Các Nguyên lý* của Newton, bằng nguyên bản tiếng Latin, cùng với nhiều tác phẩm kinh điển khác. Năm 15 tuổi, khi vẫn là quản lý trường học, ông chuyển đến thị trấn Kendal gần đó, và một thập kỷ sau thì dừng chân ở Manchester trong suốt 50 năm còn lại của đời mình. Tại Manchester, ông được xem là biểu tượng của trí tuệ, và đã xuất bản một loạt sách báo ở nhiều mảng khác nhau, từ khí tượng đến ngữ pháp. Nhà khoa học này có tầm ảnh hưởng lớn đến nỗi bệnh mù màu mà ông mắc phải sau này được đặt theo tên ông là hội chứng Daltonism. Tuy nhiên, chỉ sau khi xuất bản cuốn sách *A New System of Chemical Philosophy* [tạm dịch: *Hệ thống triết lý Hóa học mới*], tên tuổi ông mới thực sự lừng lẫy.

Trong một chương ngắn chỉ gồm 5 trong số 900 trang sách, người đọc được tiếp cận với nguyên tử dưới góc nhìn hiện đại. Dalton đưa ra quan điểm cho rằng tại căn bản nhất của mọi vật chất là các hạt tối giản cực nhỏ. Ông viết: "Khi cố gắng tạo ra hoặc phá hủy một hạt hiđro, thì tức là ta đang tạo ra hoặc phá hủy cả một hành tinh của hệ Mặt Trời."

Khái niệm và cả tên gọi nguyên tử không hề mới mà đã được phát triển bởi những người Hy Lạp cổ, Dalton chỉ đóng góp bằng cách xem xét kích thước và tính chất tương đối, cũng như cách mà các nguyên tử kết hợp với nhau. Ví dụ, hiđro là nguyên tố nhẹ nhất, ông đặt cho nó nguyên tử khối là 1. Hoặc nước bao gồm 7 phần ôxy và một phần hiđro nên ôxy nhận nguyên tử khối là 7. Cũng bằng cách đó, ông xác định trọng lượng tương đối của hầu hết các nguyên tố phổ biến. Tất nhiên, ông không hoàn toàn chính xác, trọng lượng nguyên tử thực sự của ôxy là 16 chứ không phải 7, nhưng nguyên tắc của ông vẫn được chấp nhận một cách rộng rãi, và trở thành cơ sở cho hóa học hiện đại cũng như rất nhiều lĩnh vực khoa học khác.

Việc này đã khiến Dalton nổi tiếng, mặc dù ông vẫn sống khiêm tốn đúng như một giáo hữu Anh. Năm 1826, nhà hóa học người Pháp P. J. Pelletier đã tìm đến Manchester gặp người anh hùng nguyên tử này. Trái với tưởng tượng ban đầu sẽ phải tìm Dalton ở các viện nghiên cứu lớn, Pelletier rất bất ngờ khi thấy ông đang dạy toán tại một trường tiểu học nhỏ. Theo nhà viết lịch sử khoa học E. J. Holmyard, Pelletier khi diện kiến người đàn ông vĩ đại đó, đã kinh ngạc lắp bắp:

"Thưa, xin hỏi ngài có phải là ngài Dalton?" vì ông không thể tin nhà hóa học lừng danh châu Âu lại đang dạy một chú nhóc những phép toán vỡ lòng. "Chính tôi", người đàn ông giản dị trả lời, "hãy đợi một chút để tôi dạy cho cậu bé này thế nào là số học được không?"

Mặc dù Dalton từ chối nhận mọi vinh quang, nhưng người ta vẫn bầu ông vào Hội Hoàng gia, vinh danh ông với đủ loại huy chương và trao cho ông mức trợ cấp chính phủ hào phóng. Khi ông qua đời vào năm 1844, 40.000 người đã đến viếng và đoàn người đưa tang kéo dài đến hai dặm. Thông tin về ông trong *Từ điển Tiểu sử Quốc gia* (*Dictionary of National Biography*) là một trong những mục dài nhất, sánh ngang với những vĩ nhân của thế kỷ XIX như Darwin và Lyell.

Một thế kỷ sau khi Dalton đưa ra đề xuất của mình, nó vẫn hoàn toàn chỉ là giả thuyết, và một số nhân vật uy tín, đặc biệt là nhà vật lý người Áo, Ernst Mach, tên của ông được đặt cho tốc độ âm thanh, không giấu nổi nghi ngờ về sự tồn tại của nguyên tử. Ông này viết: "Các nguyên tử không thể được nhận biết bằng các giác quan... Chúng chỉ có trong trí tưởng tượng mà thôi." Sự hoài nghi này đặc biệt lớn trong cộng đồng nói tiếng Đức, thậm chí nó còn được cho là đã góp phần gây ra vụ tự sát của nhà vật lý tài ba, cũng là một người đam mê nguyên tử, Ludwig Boltzmann, vào năm 1906.

Khi nghiên cứu về chuyển động Brown năm 1905, chính Einstein là người đầu tiên đưa ra các bằng chứng không thể chối cãi về sự tồn tại của nguyên tử. Tuy nhiên, vì không nhận được sự chú ý nên ông sớm quay lại nghiên cứu thuyết tương đối tổng quát. Công lao khởi xướng thời đại nguyên tử thuộc về người hùng Ernest Rutherford.

Rutherford sinh năm 1871 trong một khu hẻo lánh tại New Zealand. Cha mẹ ông di cư từ Scotland đến New Zealand để trồng đay và nuôi dạy các con (theo lời Steven Weinberg). Lớn lên tại một vùng hẻo lánh của một đất nước xa xôi, nhưng Rutherford không hề xa rời khoa học chính thống, ngược lại vào năm 1895, ông giành được học bổng đến nơi lý tưởng nhất trên thế giới để nghiên cứu vật lý, đó là phòng thí nghiệm Cavendish của Đại học Cambridge.

Ai cũng biết các nhà vật lý thường chẳng ưa gì các nhà khoa học của những lĩnh vực khác. Khi vợ nhà vật lý người Áo, Wolfgang Pauli, bỏ ông để chạy theo một nhà hóa học, ông đã vô cùng

choáng váng. “Nếu cô ta bỏ tôi để theo một tên đấu bò thì tôi còn tin được”, ông thổ lộ với một người bạn, “đằng này lại là một *nhà hóa học*…”

Đó là cảm giác mà Rutherford có thể hiểu được, vì chính ông đã từng nói, “khoa học chỉ bao gồm vật lý, hoặc sưu tầm tem”. Vậy mà thật trớ trêu, giải Nobel mà ông nhận được năm 1908 lại là về hóa học, chứ không phải vật lý.

Có thể nói Rutherford là người may mắn vì không chỉ có tài, ông còn được sinh ra trong giai đoạn vật lý và hóa học hết sức thú vị, đồng thời chúng cũng chung sống hòa bình (dù có thể chỉ là cảm nhận của ông). Điều đó sẽ không bao giờ tái diễn nữa.

Rutherford không phải là một người xuất chúng, thậm chí, ông còn rất tệ ở môn toán. Khi giảng bài, ông có khi còn bế tắc ở các phương trình, thường phải bỏ giữa chừng để các sinh viên tự giải quyết. Theo người đồng nghiệp lâu năm James Chadwick, người đã tìm ra neutron, ông thậm chí còn không giỏi ở cả mảng thí nghiệm. Tuy nhiên, trí tuệ của ông phần nào được bù đắp bởi đức tính kiên trì và ham học hỏi. Ông đã dùng tinh thần dám nghĩ dám làm để bù vào sự khôn ngoan. Trong tiểu sử, người ta viết về ông như là một người “luôn hướng tầm nhìn ra xa nhất có thể ngoài các ranh giới, chỉ như vậy cũng đã hơn hầu hết những người khác rồi.” Khi đối mặt với một nan đề, ông sẵn sàng dành nhiều giờ trong phòng làm việc hơn bất cứ ai, đồng thời không ngại lĩnh hội những cách giải thích phi chính thống. Song thành tựu lớn nhất của ông lại đến từ hàng giờ đồng hồ tẻ nhạt ngồi đếm hạt alpha trên màn hình, công việc mà ngày nay không ai còn làm nữa. Ông là một trong số những người đầu tiên – hoặc chính là người đầu tiên – nhận thấy rằng năng lượng vốn có trong nguyên tử, nếu được sử dụng, có thể “khiến cả thế giới tan thành mây khói.”

Về mặt thể chất, ông là một người cao lớn, có giọng nói “đủ khiến những kẻ nhát gan run sợ”. Một lần, khi nghe tin Rutherford sắp thực hiện một chương trình phát thanh xuyên Đại Tây Dương, một đồng nghiệp của ông hài hước hỏi, “cần gì phải dùng đến phát thanh cơ chứ?” Ông cũng là người tự tin. Khi được nhận xét là người luôn đứng mũi chịu sào, ông đã trả lời rằng, “thì chính tôi là người đã tạo ra những cơn sóng mà.” C. P. Snow kể rằng, trong một tiệm may ở Cambridge, ông đã nghe thấy Rutherford nói với người thợ may: “Tôi lớn lên từng ngày, cả về thể chất lẫn tâm hồn.”

Tuy nhiên, cơ thể cũng như danh tiếng của ông đã không phát triển nữa khi ông dừng bước trước phòng thí nghiệm Cavendish.[1] Đó là một giai đoạn khoa học sôi sục. Khi Rutherford đến Cambridge, Wilhelm Roentgen đã phát hiện tia X tại Đại học Würzburg ở Đức; năm sau, Henri Becquerel phát hiện phóng xạ. Cavendish chính thức bước vào một giai đoạn lịch sử vĩ đại. Năm 1897, J. J. Thomson và các đồng nghiệp đã tìm ra electron, năm 1911, C. T. R. Wilson sản xuất máy dò hạt (như chúng ta sắp nói đến) và năm 1932, James Chadwick khám phá được neutron. Trong khoảng thời gian sau, chính xác là vào năm 1953, James Watson và Francis Crick khám phá ra cấu trúc của DNA, cũng tại phòng thí nghiệm trứ danh này.

---

[1] · Cái tên Cavendish bắt nguồn từ dòng họ Henry Cavendish. William Cavendish, công tước thứ bảy của xứ Devonshire, là một tài năng toán học và là ông trùm thép ở Anh thời Victoria. Năm 1870, ông đã đóng góp cho Đại học Cambridge 6.300 bảng Anh để xây dựng một phòng thí nghiệm thực nghiệm mang tên mình.

Ban đầu Rutherford nghiên cứu về sóng vô tuyến, và đã thành công trong việc truyền tín hiệu rõ nét trong phạm vi hơn một dặm, một thành tích đáng kể tại thời điểm đó. Nhưng sau đó, ông đã bỏ cuộc vì một cấp trên nói rằng sóng vô tuyến sẽ không có tương lai. Nhìn chung, Cavendish không phải là miền đất hứa cho Rutherford và sau ba năm, cảm thấy không đi đến đâu, ông đã chuyển đến Đại học McGill ở Montreal, nơi ông bắt đầu cho thấy sự vĩ đại của mình. Trước khi nhận giải Nobel (cho "các nghiên cứu về sự phân hủy của các nguyên tố và tính chất hóa học của các chất phóng xạ," theo trích dẫn chính thức), ông đã chuyển sang Đại học Manchester, nơi ông thực hiện sự nghiệp quan trọng nhất của mình là xác định cấu trúc và tính chất của nguyên tử.

Vào những năm đầu thế kỷ XX, người ta cho rằng các nguyên tử được cấu thành từ các bộ phận nhỏ, nhờ phát hiện electron của Thomson. Song người ta chưa hình dung ra được việc chúng được sắp xếp như thế nào và có hình dạng ra sao. Một số nhà vật lý cho rằng nguyên tử có hình lập phương và nhờ đó được sắp xếp theo cách tiết kiệm không gian nhất. Tuy nhiên, một cách tổng quát hơn, người khác lại cho rằng nó sắp xếp giống như một chiếc bánh nho, trong đó, các hạt mang điện tích âm nằm rải rác trong khối điện tích dương như những hạt nho trong một chiếc bánh.

Năm 1910, cùng với học trò của mình là Hans Geiger – người sẽ phát minh ra máy dò bức xạ sau này – Rutherford đã thực hiện thí

nghiệm bắn phá các nguyên tử hêli bị ion hóa, hay còn gọi là các hạt alpha, vào một lá vàng. Trước sự ngạc nhiên của ông, một số hạt đã bay ngược trở lại. Theo ông miêu tả, việc này cũng tương tự việc bạn bắn đạn 15in vào một tờ giấy và thấy viên đạn bay ngược trở lại. Đó thật sự là một điều khó tin. Sau khi xem xét kỹ sự dội ngược đó, ông đưa ra lý giải khả thi duy nhất: các hạt dội ngược là do bị cản bởi một vật chất nhỏ và rắn ở trung tâm nguyên tử, trong khi những hạt khác có thể xuyên qua nó một cách dễ dàng. Theo Rutherford, một nguyên tử là một không gian có một hạt nhân rắn ở trung tâm. Phát hiện này mang rất nhiều ý nghĩa với ông, nhưng nó ngay lập tức làm dấy lên một vấn đề khoa học khác. Theo kết luận của vật lý truyền thống, nguyên tử không hề tồn tại.

Xin hãy dừng lại đôi chút để xem xét cấu tạo của nguyên tử như chúng ta đã biết. Mỗi nguyên tử đều gồm ba loại hạt cơ bản, proton mang điện tích dương, electron mang điện tích âm và neutron không mang điện tích. Proton và neutron tạo nên hạt nhân nguyên tử, trong khi electron quay xung quanh. Số proton sẽ quyết định tính chất hóa học của nguyên tử đó. Nguyên tử gồm 1 proton là hiđro, 2 proton là hêli và 3 proton là liti, như vậy cứ thêm một proton ta lại có một nguyên tố mới. (Vì số proton trong nguyên tử luôn bằng với số electron tương ứng, nên trong một số tài liệu, bạn cũng có thể đọc được rằng số electron sẽ quyết định tính chất của nguyên tố đó. Theo tôi, chúng không khác gì nhau, nếu số proton quyết định tên gọi của nguyên tử thì số electron quyết định tính chất của nó).

Neutron không ảnh hưởng đến nhận dạng nguyên tử, nhưng lại quyết định khối lượng. Số neutron gần bằng số proton hoặc hơn hay kém một chút. Thêm hoặc bớt một vài neutron bạn sẽ có một đồng vị nguyên tử. Bạn có thể đã được nghe thuật ngữ này trong phương pháp xác định niên đại của khảo cổ học, đồng vị cácbon-14 chẳng hạn, là một nguyên tử cácbon với hạt nhân gồm 6 proton và 8 neutron (14 là tổng số hai loại hạt).

Neutron và proton cấu thành hạt nhân nguyên tử. Hạt nhân này rất nhỏ, chỉ có kích cỡ bằng một phần triệu của một phần tỷ của nguyên tử, nhưng nó cực kỳ đặc và chiếm hầu như toàn bộ khối lượng của nguyên tử đó. Theo Copper, nếu một nguyên tử được phóng to tương đương kích cỡ của một thánh đường thì hạt nhân cũng chỉ như một con ruồi, nhưng là một con ruồi nặng gấp hàng nghìn lần thánh đường. Kết cấu với không gian đáng kinh ngạc này của nguyên tử đã khiến Rutherford phải đau đầu trong suốt năm 1910.

Ngày nay, việc nhìn nhận nguyên tử như là một vật chất gần như rỗng vẫn là một ý tưởng kì lạ với nhiều người, và quan điểm cũ cho rằng không gian quanh chúng ta đặc quánh chỉ là ảo tưởng. Khi hai vật lăn đến gần nhau, hai quả bóng bi-a chẳng hạn, thì thực ra chúng không hề chạm vào nhau. Timothy Ferris đã giải thích, "thực tế, những mảng điện tích âm của chúng đã đẩy nhau ra... Nếu không phải do điện tích thì chúng, cũng giống như các thiên hà, đã đi xuyên qua nhau rồi." Khi ngồi, thật ra cơ thể bạn không hề chạm vào chiếc ghế, mà đang lơ lửng trên nó với khoảng cách 1 angstrom (1/100.000.000 của 1cm), do lực đẩy electron của bạn và của chiếc ghế.

Chúng ta thường hình dung về nguyên tử với hình ảnh một vài electron quay quanh hạt nhân như các hành tinh quay quanh mặt trời. Hình ảnh này được nhà vật lý người Nhật Hantaro Nagaoka tạo ra năm 1904. Nó tuy sai lầm nhưng tồn tại rất lâu. Nó tạo cảm hứng cho nhiều thế hệ nhà văn khoa học viễn tưởng viết nên những câu chuyện về các thế giới chồng chéo, trong đó nguyên tử trở thành các hệ mặt trời thu nhỏ và hệ mặt trời lại giống một hạt bụi trong một hệ thống lớn hơn. Đến tận ngày nay, CERN, Tổ chức Nghiên cứu Hạt nhân châu Âu, vẫn sử dụng hình ảnh của Nagaoka làm logo trên trang web của mình. Thực tế các nhà vật lý học đã sớm nhận ra rằng các electron không giống như các hành tinh quay quanh mặt trời, mà giống cánh của một chiếc quạt cùng lúc lấp đầy mọi khoảng trống trong bề mặt quay của mình (nhưng cánh quạt đang quay chỉ có vẻ cùng lúc lấp đầy mọi khoảng trống, còn electron thì thật sự là như vậy).

Không có gì đáng ngạc nhiên khi rất ít người nhận thức được điều này vào năm 1910 và nhiều năm sau đó. Phát hiện của Rutherford đặt ra những vấn đề tức thời, ít nhất là tại sao electron có thể quay quanh hạt nhân mà không bị rơi xuống. Lý thuyết điện động lực học thông thường cho rằng một electron chuyển động liên tục sẽ phải cạn năng lượng trong chốc lát, bị xoắn vào trong hạt nhân, và hủy diệt cho cả hai. Ngoài ra còn những vấn đề khác như tại sao các proton mang điện tích dương có thể cùng tồn tại trong hạt nhân mà không thổi bay chính mình và những bộ phận còn lại của nguyên tử. Rõ ràng, những chuyện diễn ra trong thế giới cực vi mô này không bị quyết định bởi những quy luật trong thế giới vĩ mô như chúng ta tưởng.

Khi các nhà vật lý bắt đầu đi sâu vào lĩnh vực hạt nguyên tử, họ nhận ra rằng nó không chỉ khác xa những gì chúng ta đã biết mà còn vượt xa những gì ta có thể tưởng tượng. Richard Feynman nhận xét, "rất khó để có thể tìm ra quy luật trong lĩnh vực này,

nguyên tử quá kỳ lạ và bí ẩn cả với những người bình thường lẫn những nhà vật lý lão luyện." Khi Feynman đưa ra nhận xét đó, các nhà vật lý đã có cả nửa thế kỷ để nghiên cứu vận động kỳ lạ của nguyên tử. Vì vậy, ta hoàn toàn có thể hiểu Rutherford và các đồng nghiệp của mình bỡ ngỡ như thế nào với khái niệm hoàn toàn mới này vào đầu những năm 1910.

Một trong các đồng nghiệp của Rutherford là Niels Bohr, một chàng trai trẻ hòa nhã. Năm 1913, trong khi tìm hiểu về cấu trúc nguyên tử, Bohr đã nảy ra một ý tưởng thú vị đến nỗi phải hoãn kỳ trăng mật của mình và cho ra đời một nghiên cứu mang tính bước ngoặt.

Bởi các nhà vật lý không thể nhìn thấy các nguyên tử, nên họ đã cố gắng suy luận về cấu trúc của nó từ những phản ứng của nguyên tử trước những tác động bên ngoài, giống như khi Rutherford bắn các hạt alpha vào lá vàng. Đôi khi, chẳng có gì đáng ngạc nhiên khi họ thu được các kết quả khó hiểu, một trong số đó là cách đọc quang phổ các bước sóng của hiđro. Cách này chỉ ra rằng nguyên tử hiđro chỉ phát ra năng lượng ở một số bước sóng nhất định. Điều này cũng giống như việc một người đang bị quản giáo lại xuất hiện tại những địa điểm khác nhau mà không hề phải di chuyển. Không ai lý giải được điều này.

Câu hỏi này thôi thúc Bohr cho ra đời lý thuyết "Cấu trúc của nguyên tử và phân tử", trong đó giải thích rằng các electron có thể liên tục tách khỏi hạt nhân, và chúng chỉ xuất hiện trong một số quỹ đạo nhất định. Theo ông, một electron có thể biến mất khỏi quỹ đạo này và ngay lập tức xuất hiện tại một quỹ đạo khác mà k*hông còn phải di chuyển giữa chúng*. Các "bước nhảy lượng tử" trứ danh này tuy khó tin nhưng lại có thật. Nó không chỉ giữ cho các electron không bị xoắn vào hạt nhân, mà còn góp phần giải thích bước sóng khó hiểu của hiđro vừa nêu ở trên. Electron chỉ xuất hiện trên một số quỹ đạo nhất định bởi chúng chỉ tồn tại ở những quỹ đạo đó. Nghiên cứu bước ngoặt này mang đến cho Bohr giải Nobel Vật lý vào năm 1922, chỉ sau Einstein vài năm.

Lúc này, Rutherford, nhà khoa học không biết mệt mỏi, đã kế nhiệm J. J. Thomson làm giám đốc Phòng thí nghiệm Cavendish. Ông đưa ra một mô hình giải thích tại sao các thành phần hạt nhân không bị thổi bay. Ông thấy rằng điện tích dương của các proton được bù đắp bởi các hạt trung hòa điện tích mà ông gọi là neutron. Ý tưởng hấp dẫn này nghe đơn giản nhưng lại khó chứng minh vô cùng. Cộng sự của Rutherford, James Chadwick, đã dành mười năm chuyên sâu mới tìm ra được neutron vào năm 1932.

Ông cũng được trao giải Nobel Vật lý vào năm 1935. Như Boorse và các cộng sự ghi nhận rằng trong lịch sử phát triển của vấn đề nguyên tử, việc neutron được phát hiện chậm trễ hóa ra lại hay, vì thao túng được nó sẽ là bước đệm để tạo ra bom nguyên tử. (Vì neutron không mang điện tích, nên chúng sẽ không bị đẩy bởi các trường điện từ trong trung tâm nguyên tử, do đó, neutron có thể được bắn như các ngư lôi nhỏ vào hạt nhân và gây ra một quá trình phá hủy gọi là phản ứng phân hạch). Nếu phân lập được neutron từ những năm 1920, họ viết, "thì có thể quả bom nguyên tử đầu tiên đã được tạo ra ở châu Âu, và hiển nhiên là do người Đức".

Như vậy, châu Âu đã không ngừng tìm cách lý giải vận động kỳ lạ của electron, nhưng họ gặp rắc rối với câu hỏi phải xem electron là hạt hay là sóng. Tính hai mặt của chúng khiến các nhà vật lý phát điên, và suốt thập kỷ tiếp theo ở khắp châu Âu, giới khoa học đau đầu suy nghĩ và vội vã đưa ra nhiều giả thuyết cạnh tranh với nhau. Tại Pháp, Louis-Victor de Broglie, thuộc dòng dõi công tước, đã phát hiện rằng nếu ta xem electron là dạng sóng, mọi sự bất thường của chúng sẽ biến mất. Phát hiện này đã thu hút được sự chú ý của nhà khoa học người Áo, Erwin Schrödinger, người đã đề xuất một số thay đổi cần thiết nhằm đưa ra một quỹ đạo electron dễ hiểu hơn được gọi là cơ học sóng. Cũng tại thời điểm này, nhà vật lý người Đức, Werner Heisenberg, đã đưa ra một lý thuyết mang tên cơ học ma trận. Đây là một vấn đề toán học phức tạp mà gần như không ai thật sự hiểu được, kể cả Heisenberg. ("Tôi thậm chí còn không hiểu ma trận là gì", ông đã từng tuyệt vọng thú nhận với một người bạn). Tuy nhiên, nó đã giải quyết được vấn đề mà cơ học sóng của Schrödinger không thể giải thích.

Ngành vật lý vẫn phát triển theo hai học thuyết khác nhau, dựa trên hai nền tảng đối lập, nhưng lại cho ra cùng một kết quả. Đây là một điều không tưởng.

Cuối cùng, vào năm 1926, Heisenberg đã đưa ra một thỏa hiệp nổi tiếng, lập ra một trật tự mới. Đó chính là Nguyên lí Bất định của Heisenberg, trong đó cho rằng electron là một hạt song cũng có thể được mô tả dưới dạng sóng. Thuyết này được xây dựng xung quanh một sự bất định, rằng người ta có thể biết vận tốc của electron khi chúng di chuyển hoặc vị trí của nó tại một thời điểm nhất định, nhưng không thể biết cả hai.[1] Mọi cố gắng đo lường chính xác một đại lượng sẽ khiến đại lượng đó càng kém chính xác, dù với những công cụ hiện đại đến đâu. Đó là một thuộc tính bất biến của vũ trụ.

1· Việc sử dụng từ Uncertainty (Bất định) cho nguyên lý của Heisenberg vẫn gây tranh cãi. Trong lời bạt cho vở kịch Copenhagen của mình, Michael Frayn đã lưu ý rằng một số từ tiếng Đức – Unsicherheit, Unschärfe, Ungenauigkeit và Unbestimmtheit – đã được sử dụng bởi các dịch giả khác nhau, song không có từ nào hoàn toàn tương đồng với từ Uncertainty trong tiếng Anh. Frayn cho rằng từ Indeterminacy (Bất định) sẽ phù hợp hơn với nguyên lý này, bản thân Heisenberg thường dùng từ Unbestimmtheit.

Trong thực tế, điều này có nghĩa là bạn không bao giờ biết chính xác, mà chỉ có thể dự đoán vị trí của electron tại một thời điểm. Như Dennis Overbye từng nói, một electron không hề tồn tại cho đến khi người ta quan sát được nó. Hoặc nói khác đi một chút thì cho đến khi người ta quan sát được nó, electron cần được xem là "cùng một lúc có mặt khắp mọi nơi và chẳng nơi nào cả".

Nếu thấy điều này có vẻ khó hiểu, bạn có thể sẽ cảm thấy thoải mái hơn khi biết rằng đến các nhà vật lý cũng không thể hiểu nó. Overbye lưu ý, "chính Bohr có lần đã nói rằng nếu có người không cảm thấy bị xúc phạm khi nghe về thuyết lượng tử này, thì lý do duy nhất là vì họ chẳng hiểu gì cả". Heisenberg, khi được hỏi làm thế nào để người ta có thể hình dung ra một nguyên tử, đã trả lời rằng: "Đừng cố làm gì."

Tóm lại, các nguyên tử hóa ra hoàn toàn khác với hình ảnh trong tâm trí hầu hết mọi người. Electron không bay vòng quanh hạt nhân như các hành tinh quay quanh Mặt Trời, mà nó tạo thành một đám mây điện tích mờ. "Lớp vỏ" của nguyên tử không cứng và sáng bóng như những minh họa mà người ta vẫn khuyến khích chúng ta sử dụng, mà nó chỉ đơn giản là một lớp electron mờ. Các đám mây này về cơ bản là một vùng xác suất thống kê đánh dấu khu vực mà các electron rất hiếm khi vượt qua. Vì vậy, nếu có thể nhìn được bằng mắt thường, nguyên tử sẽ giống một quả bóng tennis có lông xù chứ không phải là một quả cầu kim loại cứng (nhưng cũng không hoàn toàn giống cả hai vật đó hoặc bất cứ thứ gì mà bạn từng thấy. Vì rốt cuộc chúng ta đang ở đây để bàn về một thế giới hoàn toàn khác lạ).

Có vẻ những điều kỳ lạ chưa bao giờ kết thúc. Như James Trefil đã viết, các nhà khoa học đã bước tới "một khu vực của vũ trụ mà não của chúng ta không đủ khả năng hiểu". Hoặc, như Feynman đã diễn tả, "mọi thứ ở cấp độ vi mô đều không giống những thứ ở cấp độ lớn hơn, chúng hoạt động theo một cách rất khác." Khi các nhà vật lý nghiên cứu sâu hơn, họ thấy rằng mình đã tìm ra một thế giới không chỉ là nơi các electron có thể nhảy từ quỹ đạo này sang quỹ đạo khác mà không cần phải di chuyển. Mà ở đó, vô số

hiện tượng đột ngột xuất hiện từ số 0, để rồi lại vụt biến mất với sự hối hả không kém, theo lời của Alan Lightman ở MIT.

Có lẽ sự thêu dệt hoang đường nhất về thuyết lượng tử là ý tưởng được phát biểu trong Nguyên lý Loại trừ của Wolfgang Pauli năm 1925, rằng các cặp hạ nguyên tử nhất định, ngay cả khi bị ngăn cách bởi một khoảng cách đáng kể, có thể ngay lập tức "biết" được hạt còn lại đang làm gì. Các hạt này có tính chất quay tròn, theo lý thuyết lượng tử, thời điểm một hạt đang quay thì hạt song sinh của nó, dù ở xa đến đâu, cũng sẽ quay theo chiều ngược lại với vận tốc tương tự.

Nhà văn khoa học Lawrence Joseph đã so sánh điều này với việc bạn có hai quả bóng giống hệt nhau, một ở Ohio và một ở Fiji, khi bạn quay một quả thì ngay lập tức quả kia cũng sẽ quay theo chiều ngược lại với tốc độ tương tự. Đáng nói là, hiện tượng này đã được chứng minh vào năm 1997 bởi các nhà vật lý của Đại học Geneva khi họ phóng một cặp photon cách xa nhau bảy dặm theo hai hướng khác nhau, việc tác động đến một photon ngay lập tức cũng gây phản ứng ở photon còn lại.

Tranh luận này lên đến đỉnh điểm trong một hội thảo khi Bohr nhận xét về một lý thuyết mới rằng vấn đề không phải là nó có điên rồ hay không, mà là nó quá điên rồ. Để miêu tả bản chất không giải thích được bằng trực giác của thế giới lượng tử, Schrödinger đã đưa ra thí nghiệm tưởng tượng nổi tiếng như sau: một con mèo được đặt trong chiếc hộp với một mẩu vật chất phóng xạ và một lọ thuốc độc axít hiđroxianic. Nếu phóng xạ bị phân hủy trong vòng một giờ, nó sẽ kích hoạt cơ chế phá vỡ chiếc lọ và đầu độc con mèo. Nếu không, con mèo sẽ sống. Song chúng ta không thể biết trường hợp nào sẽ xảy ra, vì vậy theo khoa học, ta không thể thực sự khẳng định con mèo sẽ sống hay chết. Điều này có nghĩa rằng, như Stephen Hawking đã phấn kích phát biểu, không ai có thể "dự đoán các sự kiện trong tương lai một cách chính xác nếu không đo lường được chính xác trạng thái hiện tại của vũ trụ."

Vì bản chất kỳ lạ đó mà hầu hết các nhà vật lý không hề thích thuyết lượng tử, hoặc ít nhất là vài khía cạnh của nó, nhưng không ai ghét nó hơn Einstein. Điều này nghe có vẻ mỉa mai vì chính ông, trong tài liệu *annus mirabilis*[1] của mình năm 1905, đã giải thích một cách rất thuyết phục khái niệm trọng tâm của vật lý học hiện đại rằng các photon ánh sáng vừa là hạt vừa là sóng. "Lý thuyết lượng tử rất đáng nghiên cứu", ông nhận xét một cách lịch sự, "nhưng Chúa Trời không gieo xúc xắc."[2]

1. Có nghĩa là Năm Kỳ diệu [Year of Miracles], đây là cách những nhà khoa học gọi năm 1905 của Einstein, bởi trong vòng vài tháng, ông đã viết một loạt bài viết làm thay đổi cách nhìn của chúng ta về vũ trụ. (ND)

2. Đây là câu nói người ta thường nhớ đến. Đúng ra, Einstein đã nói: "Ta không thể nhìn lén cỗ bài của Chúa, song rõ ràng việc Ngài gieo xúc xắc và sử dụng phương pháp thần giao cách cảm là điều tôi không thể tin dù chỉ trong một giây."

Einstein cực lực phản đối quan điểm Chúa tạo ra một vũ trụ mà ở đó có những điều mãi mãi là bí ẩn. Hơn nữa, luận điểm rằng với khoảng cách hàng tỉ dặm, một hạt có thể ngay lập tức gây ảnh hưởng đến một hạt khác, là sự bác bỏ trắng trợn thuyết tương đối của ông. Einstein cho rằng không gì có thể vượt qua được tốc độ ánh sáng, vậy mà thuyết lượng tử lại khẳng định ở cấp độ hạ nguyên tử, thông tin được truyền giữa các hạt còn đi nhanh hơn ánh sáng. (Nhưng cũng chưa ai chứng minh được điều đó. Theo nhà vật lý Yakir Aharanov, các nhà khoa học giải quyết vấn đề này chỉ bằng cách "không suy nghĩ gì về nó").

Trên tất cả, thuyết lượng tử đã gây ra một tình trạng lộn xộn chưa từng có. Đột nhiên, bạn lại cần đến hai lý thuyết để giải thích cho hoạt động của vũ trụ – thuyết lượng tử cho các hạt cực vi mô và thuyết tương đối cho vũ trụ vĩ mô. Lực hấp dẫn của thuyết tương đối đã lý giải thành công vì sao các hành tinh quay quanh Mặt Trời hoặc vì sao các thiên hà có xu hướng tụ thành nhóm, nhưng cuối cùng lại chẳng có tác động nào ở cấp độ hạt. Người ta lại cần những lực khác để giải thích cho chất keo dính của các nguyên tử. Hai trong số đó được phát hiện vào năm 1930 là lực hạt nhân mạnh và lực hạt nhân yếu. Lực mạnh liên kết các nguyên tử và sắp xếp các proton trong hạt nhân. Lực yếu tham gia vào những nhiệm vụ hỗn tạp khác, chủ yếu là kiểm soát tỷ lệ phân rã phóng xạ.

Dù được gọi là lực hạt nhân yếu, nhưng lực này vẫn mạnh gấp 10 tỷ tỷ tỷ lần trọng lực, và tất nhiên lực hạt nhân mạnh còn lớn hơn rất nhiều, nhưng tầm ảnh hưởng của chúng lại rất nhỏ. Miền tác dụng của lực hạt nhân mạnh chỉ dài bằng một phần trăm nghìn đường kính của một nguyên tử. Đó là nguyên nhân hạt nhân của nguyên tử được nén chặt và đặc đến vậy, và các nguyên tố với hạt nhân càng lớn và đặc lại càng không ổn định: vì lực hạt nhân mạnh không đủ để giữ tất cả các proton.

Vậy là ngành vật lý cuối cùng đã phát triển theo hai thuyết riêng biệt – một cho thế giới cực vi mô và một cho thế giới vĩ mô.

Einstein tất nhiên không thích điều này. Ông dành cả phần đời còn lại để quy chúng về một mối bằng cách tìm ra một Lý thuyết Đại Thống nhất nhưng vô vọng. Thời gian cứ trôi qua và dường như Einstein rơi vào một cuộc kiếm tìm đơn độc, như Snow đã viết, "hầu hết các đồng nghiệp của ông đã và đang cho rằng ông uổng phí cả nửa đời còn lại của mình."

Tuy nhiên, ở những nơi khác, sự tiến bộ vẫn đang được ghi nhận. Giữa những năm 1940, các nhà khoa học đã đạt đến mức độ thấu hiểu nguyên tử một cách sâu sắc, minh chứng hùng hồn là vào tháng 8 năm 1945 họ cho nổ hai quả bom nguyên tử trên nước Nhật.

Các nhà vật lý nên được tha thứ nếu tại thời điểm họ tin rằng khoa học đã chinh phục được nguyên tử. Tuy nhiên trên thực tế, vật lý nguyên tử chỉ sắp trở nên phức tạp hơn gấp bội lần. Trước khi kể câu chuyện hơi dài dòng đó, ta hãy hồi tưởng lịch sử bằng một câu chuyện về lòng tham, sự dối lừa, lương tâm khoa học, những cái chết không cần thiết và phán quyết cuối cùng về tuổi của Trái Đất.

10
Tách chì

Cuối những năm 1940, một nghiên cứu sinh tại Đại học Chicago có tên Clair Patterson (sinh ra trong một gia đình nông dân ở Iowa) sử dụng một phương pháp xác định tuổi của Trái Đất mới là đo đồng vị chì. Thật không may, mọi mẫu đá của ông đều bị ô nhiễm nặng – hầu hết là cực nặng – chúng có hàm lượng chì nhiều gấp 200 lần thông thường. Nhiều năm sau, Patterson mới biết nguyên nhân của điều đó đến từ một nhà sáng chế đáng trách sống ở tiểu bang Ohio, Thomas Midgley.

Midgley là một kỹ sư được đào tạo bài bản và thế giới sẽ an toàn hơn rất nhiều nếu ông chỉ giới hạn ở công việc đó của mình, thay vì quan tâm đến các ứng dụng công nghiệp của hóa học. Năm 1921, khi làm việc cho General Motors Research ở Dayton, Ohio, ông đã điều chế được một hợp chất có tên là chì tetraethyl (như người ta vẫn thường nhầm lẫn gọi nó là tetraethyl chì) có tác dụng làm giảm đáng kể điều kiện rung xóc hay hiện tượng kích nổ trong động cơ.

Mặc dù được biết đến như một chất độc hại, nhưng chì vẫn được sử dụng rộng rãi trong những năm đầu thế kỷ XX trong mọi sản phẩm tiêu dùng. Lon đồ hộp, lớp tráng bể chứa nước đều có chì, asenat chì được dùng thay cho thuốc trừ sâu, thậm chí các thành phần của kem đánh răng cũng đưa chì vào cơ thể người tiêu dùng. Tuy nhiên, hiểm họa lớn nhất từ chì chính là từ việc thêm nó vào nhiên liệu ô tô.

Chì là một loại độc tố thần kinh. Nếu bị nhiễm nhiều, nó sẽ gây tổn thương não bộ và hệ thần kinh, với một số triệu chứng như mù lòa, mất ngủ, suy thận, mất thính giác, ung thư, liệt và co giật. Ảnh hưởng cấp tính của chì là gây ra ảo giác đột ngột và đáng sợ cho nạn nhân, sau đó sẽ là hôn mê và tử vong. Bạn sẽ không muốn

nhiễm nhiều chì thế đâu.

Mặt khác, chì lại rất dễ trích xuất và sử dụng, nên nó sinh lời một cách đáng kinh ngạc khi được sản xuất công nghiệp. Chì tetraethyl giúp động cơ vận hành trơn tru. Vì vậy, vào năm 1923, ba trong số các tập đoàn lớn nhất nước Mỹ, General Motors, Du Pont và New Jersey Standard Oil, đã thành lập Công ty liên doanh Xăng Ethyl (sau này rút gọn là Công ty Ethyl) nhằm sản xuất chì tetraethyl để đáp ứng nhu cầu của cả thế giới. Ý tưởng này rõ ràng là một món lời kếch xù. Họ gọi thứ phụ gia này là ethyl vì nghe nó có vẻ thân thiện và ít độc hại hơn chì, sau đó đưa nó vào sử dụng rộng rãi từ ngày 1 tháng Hai năm 1923.

Gần như ngay lập tức, các công nhân sản xuất bắt đầu có triệu chứng đi loạng choạng và rơi vào hoảng loạn, biểu hiện ban đầu của nhiễm độc chì. Công ty Ethyl lúc này cương quyết phủ nhận trách nhiệm nhằm bảo vệ quyền lợi của mình trong nhiều thập kỷ tiếp theo. Sharon Bertsch McGrayne đã ghi lại trong cuốn sách về lịch sử hóa học công nghiệp của mình, *Prometheans in the Lab* [tạm dịch: *Những Promete trong phòng thí nghiệm*], khi các công nhân nhà máy rơi vào ảo giác không thể hồi phục, một phát ngôn viên ôn tồn thông báo với phóng viên: "Họ có lẽ đã bị rối loạn tâm thần do làm việc quá sức." Theo báo cáo, có ít nhất 15 công nhân đã chết trong vài ngày đầu sản xuất xăng pha chì và một số không nhỏ khác bị nhiễm độc chì, thường là rất nặng. Con số chính xác vẫn còn là một bí mật vì công ty luôn che giấu thông tin về các vụ rò rỉ, tràn và nhiễm độc chì. Tuy nhiên, khi các ca nhiễm độc lên đến đỉnh điểm vào năm 1924, trong vài ngày đã có 5 công nhân tử vong và 35 người khác tàn phế vĩnh viễn do hít phải quá nhiều khí độc, tin tức về mức độ nguy hiểm của chì bắt đầu lan nhanh. Trước tình trạng đó, cha đẻ của ethyl, Thomas Midgley, quyết định tổ chức một cuộc họp báo trước đông đảo các phóng viên nhằm xoa dịu dư luận.

Để chứng minh cho cam kết an toàn của công ty, ông đổ chì tetraethyl lên khắp cánh tay mình, sau đó ghé mũi vào cốc chứa chì hít trong suốt 60 giây, với lời nói dối trơn tru rằng mình có thể lặp lại những việc đó hằng ngày mà không gặp hại gì cả. Trên thực tế, Midgley biết rõ hơn ai hết hậu quả của nhiễm độc chì, chính bản thân ông đã phải nhập viện do nhiễm độc chì cách đó vài tháng, và trừ khi biểu diễn trước cánh nhà báo, ông không bao giờ còn dám lại gần hóa chất này.

Không chỉ dừng lại ở xăng pha chì, Midgley còn tiếp tục nghiên cứu một vấn đề công nghệ đương thời khác. Tủ lạnh gia đình

trong những năm 1920 bị xem là một thiết bị đầy rủi ro vì sử dụng những loại khí độc rất nguy hiểm mà thi thoảng hay rò rỉ. Một vụ rò rỉ khí tủ lạnh ở bệnh viện Cleveland, Ohio, vào năm 1929 đã giết chết hơn 100 người. Midgley bắt tay vào nghiên cứu một loại khí ổn định, không cháy, không ăn mòn và an toàn khi hít phải. Bằng thiên hướng kỳ lạ với những phát minh hai mặt, nhà khoa học này đã khai sinh ra cloflocácbon, hay còn gọi là khí CFC.

Hiếm có một sản phẩm công nghiệp nào nhanh chóng được phổ dụng như CFC. Vào đầu những năm 1930, nó xuất hiện trong hàng trăm ứng dụng từ điều hòa xe hơi đến bình xịt khử mùi, và mãi đến nửa thế kỷ sau, người ta mới phát hiện được rằng loại khí này đang ăn mòn ôzôn trong tầng bình lưu, điều mà ai cũng biết là một hiểm họa của cả nhân loại.

Ôzôn là một dạng ôxy trong đó mỗi phân tử chứa ba nguyên tử ôxy thay vì hai như bình thường. Hóa học kỳ lạ ở chỗ, khi ở trong môi trường đất, ôzôn là một chất gây ô nhiễm, nhưng ở tầng bình lưu, nó lại hút các bức xạ tia cực tím gây hại. Ôzôn chỉ tồn tại với số lượng có hạn, nếu được phân bổ đều khắp tầng bình lưu cũng chỉ có một lớp dày khoảng 2mm. Đó là nguyên nhân khiến tầng ôzôn vô giá rất dễ bị thủng.

Cloflocácbon cũng không có nhiều, chỉ chiếm khoảng một phần tỷ lượng khí trong khí quyển nhưng lại có sức tàn phá khủng khiếp. Một kilogam CFC có thể hút và triệt tiêu 70.000kg ôzôn. Nó cũng tồn tại và gây ra sự hủy hoại liên tục trong suốt vòng đời gần một thế kỷ. Hơn nữa, chúng còn là những miếng bọt biển hút nhiệt đáng sợ. Chúng ta đã biết cácbon điôxít là một khí nhà kính nguy hiểm, nhưng một phân tử CFC còn gây hiệu ứng nhà kính gấp 10.000 lần một phân tử cácbon điôxít. Không hề là phóng đại khi coi cloflocácbon là phát minh tồi tệ nhất của thế kỷ XX.

Midgley không bao giờ biết điều này vì rất lâu sau khi ông chết, người ta mới nhận ra tác hại của CFC. Bản thân cái chết của ông cũng rất lạ lùng. Trong thời gian chống chọi lại bệnh bại liệt, ông đã phát minh một hệ thống ròng rọc giúp nâng ông đứng dậy khỏi giường. Năm 1944, ông chết ngạt do bị cuốn vào hệ thống ròng rọc của chính mình.

* * *

Nếu quan tâm đến tuổi của vạn vật, thì Đại học Chicago trong những năm 1940 là địa điểm lý tưởng cho bạn. Tại đây, Willard

Libby đã phát minh ra phương pháp tính tuổi bằng cácbon phóng xạ, cho phép các nhà khoa học làm được một điều không tưởng, đó là biết chính xác tuổi của xương và các di vật hữu cơ. Tính đến thời điểm đó, niên đại cổ xưa nhất mà khoa học có thể xác định mới chỉ dừng lại ở triều đại đầu tiên tại Ai Cập – khoảng 3.000 năm TCN. Ngoài ra, không ai có thể tự tin xác định thời gian mà khối băng cuối cùng tan hoặc người cổ đại Cro- Magnon đã vẽ hình trang trí những hang động Lascaux ở Pháp là khi nào.

Phương pháp hữu ích của Libby mang đến cho ông giải Nobel vào năm 1960. Ông cho rằng mọi sinh vật sống đều chứa một đồng vị cácbon được gọi là cácbon-14, và nó bắt đầu phân rã với tốc độ có thể đo được ngay sau khi vật chủ chết. Cácbon-14 có chu kỳ bán rã – tức là thời gian mà một nửa số nguyên tử của một nguyên tố bị phân rã – vào khoảng 5.600 năm. Vì vậy, bằng cách giám định số lượng cácbon-14 đã bị phân rã của một mẫu vật, Libby có thể tính khá chính xác tuổi của mẫu vật đó. Sau tám chu kỳ bán rã, lượng phóng xạ cácbon chỉ còn lại 0,39%, quá ít để có thể giúp đo chính xác, vì vậy phương pháp này chỉ được áp dụng cho các đối tượng có tuổi dưới 40.000.

Tuy nhiên, người ta sớm phát hiện những sai sót trong phương pháp này. Trước tiên là, hằng số phân rã trong công thức của Libby có sai số khoảng 3%. Lúc này trên thế giới đã có hàng nghìn cách đo niên đại, nhưng các nhà khoa học vẫn sử dụng hằng số không chính xác này, dẫn đến kết quả mà Tim Flannery nói là, "mỗi niên đại mà cácbon phóng xạ giám định được ngày nay cần được cộng thêm 3%". Đó chưa phải là vấn đề duy nhất, mẫu cácbon-14 có thể dễ dàng bị nhiễm cácbon từ những nguồn khác, ví dụ như một mẩu thực vật nhỏ vô tình dính trên mẫu vật được thu thập. Với những mẫu có độ tuổi chỉ khoảng dưới 20.000 năm, sự ô nhiễm nhẹ không gây sai lệch lớn, nhưng với những mẫu nhiều tuổi hơn, nó có thể gây vấn đề nghiêm trọng, bởi bản thân các mẫu này không còn chứa nhiều nguyên tử để giám định được nữa. Theo Flannery, trường hợp đầu tiên giống như bạn đếm nhầm một đô-la trong xấp 1.000 tờ, còn trường hợp thứ hai thì giống như bạn đếm nhầm một đô-la trong khi bạn chỉ có hai đô-la để đếm.

Phương pháp của Libby còn dựa trên suy đoán rằng lượng cácbon-14 trong không khí, ở tốc độ hấp thụ bình thường của các sinh vật sống, không đổi xuyên suốt lịch sử. Thực tế không phải vậy. Hiện nay, người ta đã chứng minh được rằng số lượng cácbon-14 thay đổi liên tục theo thời gian, phụ thuộc vào việc các tia vũ trụ bị đổi hướng bởi từ trường của Trái Đất như thế nào.

Điều này nghĩa là một số đồng vị cácbon-14 có số tuổi rất mơ hồ, đặc biệt trong giai đoạn con người mới phát hiện ra châu Mỹ. Cách xác định niên đại bằng đồng vị cácbon-14 vẫn chưa ngã ngũ cho đến tận bây giờ.

Cuối cùng, dù hơi bất ngờ nhưng việc xác định niên đại còn bị ảnh hưởng bởi những nhân tố khách quan tưởng như chẳng có chút liên quan nào – ví dụ chế độ ăn của những người có xương được giám định. Gần đây, người ta vẫn tranh cãi về việc bệnh giang mai bắt nguồn từ Tân Thế giới hay Cựu Thế giới. Những nhà khảo cổ học ở Hull đã phát hiện ra rằng các thầy tu trong nghĩa trang của tu viện cũng mắc bệnh giang mai, nhưng người ta nghi ngờ liệu họ có mắc bệnh này trước khi Columbus phát hiện châu Mỹ hay không. Điều này thật khó kết luận, bởi nếu họ ăn nhiều cá thì tuổi xương theo giám định có thể tăng rất nhiều so với thực tế. Các thầy tu có thể đã mắc giang mai, nhưng bằng cách nào và tại thời điểm nào thì vẫn là một ẩn số trêu ngươi các nhà khoa học.

Chính vì những hạn chế đó của cácbon-14, nên ta cần phải có những cách khác để xác định niên đại của các vật chất cổ, trong đó có thể kể đến nhiệt phát quang là cách đo lường điện từ trong đất, hoặc cộng hưởng tự quay điện từ, bằng cách dội sóng nam châm điện vào mẫu vật và đo các rung động điện từ. Song ngay cả phương pháp tốt nhất cũng khó xác định tuổi những mẫu vật quá 200.000 năm tuổi, và càng không thê xác định tuổi của những vật chất vô cơ như các loại đá, thành phần thiết yếu để có thể xác định tuổi của Trái Đất.

Việc xác định niên đại của đá khó đến mức hầu như tất cả mọi người trên thế giới đều muốn từ bỏ. Vấn đề hẳn đã đi vào ngõ cụt nếu không có vị giáo sư người Anh kiên cường, Arthur Holmes.

Holmes là một anh hùng đúng nghĩa không chỉ bởi những khó khăn ông đã vượt qua, mà còn vì các kết quả rực rỡ ông thu được. Vào những năm 1920, với sự lên ngôi của vật lý, ngành khảo cổ trở nên lỗi thời và phải đối mặt với khó khăn thiếu nguồn tài trợ nghiêm trọng ngay tại nước Anh, cái nôi tinh thần của ngành này. Tại Đại học Durham, trong nhiều năm, khoa Địa chất chỉ có Holmes làm việc. Để theo đuổi mục tiêu tính tuổi bức xạ của đá, ông thường phải đi mượn hoặc ghép nối các thiết bị, có thời gian công việc đình trệ cả năm để đợi trường cấp cho một chiếc máy tính [adding machine] cơ bản. Holmes thường phải dừng nghiên cứu để kiếm tiền chu cấp cho gia đình – ông từng mở một cửa hàng đồ cổ ở Newcastle – và thỉnh thoảng vẫn phải nợ khoản phí hội viên 5 bảng Anh/năm của Hội Địa chất.

Kỹ thuật mà Holmes sử dụng rất đơn giản. Năm 1904, Ernest Rutherford đã ghi lại quy trình một nguyên tố phân rã thành một nguyên tố khác với tốc độ nhất định có thể dùng làm đơn vị cơ sở. Nếu biết được thời gian để kali-40 trở thành argon-40, và tính được lượng các nguyên tố này trong mẫu thử, bạn có thể tính được tuổi của mẫu đó. Dựa trên kết quả này, Holmes cho rằng bằng cách tính tốc độ phân rã từ urani thành chì, ông có thể tính được tuổi của đá và sau đó là của Trái Đất.

Tuy nhiên, để làm được điều này, Holmes cần những thiết bị kỹ thuật phức tạp có thể đo chính xác các mẫu vật cực nhỏ. Mà như chúng ta đã biết, chỉ một chiếc máy tính cơ bản cũng buộc ông phải đợi cả năm. Vậy nên đến năm 1946, việc Holmes tự tin tuyên bố rằng Trái Đất của chúng ta đã trải qua ít nhất ba tỷ năm tuổi thực sự là một thành tựu đáng nể. Thật không may, ông lại đối mặt với một cản trở khác: đó là tư duy bảo thủ của các nhà khoa học đồng nghiệp. Dù tán dương phương pháp của Holmes, nhưng một số người cho rằng ông vốn không tính được tuổi của Trái Đất, mà chỉ là tuổi của những vật chất cấu thành nó mà thôi.

Cùng thời gian này, Harrison Brown của Đại học Chicago đã phát triển một phương pháp mới nhằm tính số đồng vị chì trong đá lửa (cần nhấn mạnh đây là loại đá được tạo ra trong quá trình đốt nóng chứ không phải từ lắng đọng trầm tích). Nhận ra rằng công việc này không mấy dễ dàng, ông đã giao cho Clair Patterson làm đề tài luận án với lời hứa hẹn rằng việc xác định tuổi Trái Đất bằng phương pháp của ông dễ như chơi. Trên thực tế, nó tốn đến hàng năm trời.

Patterson bắt đầu công việc từ năm 1948. So với những đóng góp vang dội cho nhân loại của Thomas Midgley, phát hiện về tuổi của Trái Đất của Patterson đúng là một trời một vực. Trong suốt 7 năm, từ Đại học Chicago đến Viện công nghệ California (ông chuyển đến đây vào năm 1952), ông làm việc trong một phòng thí nghiệm vô trùng, đo đếm cẩn trọng tỉ lệ chì/urani trong những mẫu đá cổ được lựa chọn khắt khe.

Điểm mấu chốt trong việc xác định tuổi của Trái Đất là phải thu thập được những mẫu đá rất cổ chứa tinh thể chì và urani tương đương với số tuổi của Trái Đất. Nếu chúng ra đời muộn hơn, việc định tuổi sẽ sai lệch. Tuy nhiên, loại đá như vậy không dễ tìm. Cuối những năm 1940, con người đã bước vào kỷ nguyên vũ trụ nhưng lại không ai biết được những tảng đá cổ của Trái Đất đã đi đâu (câu trả lời là kiến tạo địa tầng, quá trình mà chúng ta sẽ nhắc đến sau). Patterson chỉ có trong tay một lượng mẫu vô cùng ít ỏi

để làm sáng tỏ cả một chân lý về vũ trụ. Cuối cùng, ông cũng tìm ra được cách để thoát khỏi sự bế tắc về vật liệu, đó là định tuổi những mẫu đá ngoài Trái Đất, hay chính là các thiên thạch.

Ông đưa ra một nhận định vĩ đại và hóa ra lại vô cùng chính xác, thiên thạch chính là những vật liệu xây dựng sót lại từ thuở sơ khai của hệ Mặt Trời, do đó, chúng vẫn ít nhiều giữ được bản sắc hóa học nguyên thủy của mình. Tính được tuổi của thiên thạch sẽ giúp xác định (gần chính xác) số tuổi của Trái Đất.

Mọi việc tất nhiên không dễ dàng như các dự định ban đầu. Thiên thạch cực kỳ khó thu thập và cần phải được sàng lọc nhiều lần để áp dụng phương pháp đo tỉ mỉ của Brown. Vấn đề lớn nhất mà Patterson gặp phải là các thiên thạch luôn bị nhiễm một lượng chì lớn từ khí quyển mỗi khi chúng tiếp xúc với không khí. Vì thế, cuối cùng ông đã phải tạo ra một phòng thí nghiệm vô trùng – đây có thể là mô hình đầu tiên trên thế giới.

Patterson mất bảy năm kiên trì để tìm được những mẫu vật chất phù hợp với thử nghiệm cuối cùng. Mùa xuân năm 1953, ông mang những mẫu vật này tới Phòng Thí nghiệm Quốc gia Argonne ở Illinois, nơi đặt một chiếc máy quang phổ hiện đại có thể phát hiện và đo lượng chì và urani cực nhỏ trong một tinh thể. Khi có được kết quả, Patterson phấn khích đến độ đã lái xe thẳng về Iowa, quê hương của mình và nhờ mẹ đưa mình vào viện vì cho rằng mình bị đau tim.

Không lâu sau, trong một cuộc họp tại Wisconsin, Patterson đã công bố số tuổi của Trái Đất là 4.550 triệu năm (cộng trừ 70 triệu năm) – "một con số mà 50 năm sau chúng ta vẫn đồng tình", McGrayne nhận xét một cách thán phục. Cuối cùng, độ tuổi của Trái Đất đã được xác định sau 200 năm nỗ lực của các nhà khoa học.

Lúc này Patterson quay lại vấn đề ông vấp phải khi nghiên cứu tuổi của Trái Đất, đó chính là lượng chì trong bầu khí quyển. Ông phát hiện ra rằng ảnh hưởng độc hại của chì lên con người hoàn toàn bị bóp méo, cũng chẳng có gì đáng ngạc nhiên khi trong suốt 40 năm, các nghiên cứu về mức độ độc hại luôn được các nhà sản xuất phụ gia chi tài trợ độc quyền.

Ví dụ, trong một nghiên cứu như vậy, một bác sỹ không chuyên về bệnh lý hóa học đã tiến hành một thí nghiệm kéo dài năm năm, trong đó các tình nguyện viên hít và nuốt chì với lượng tăng dần. Sau đó, phân và nước tiểu của họ sẽ được kiểm tra. Ông ta không

biết, hoặc vờ như không biết, rằng chì không được bài tiết ra ngoài mà sẽ tích tụ trong xương và máu – đó là nguyên nhân khiến nó vô cùng nguy hiểm. Nhờ cách này, chì vẫn tiếp tục được khẳng định là an toàn với sức khỏe con người.

Patterson sớm nghi ngờ rằng có rất nhiều chì trong không khí – thậm chí đến tận bây giờ, vì chì không thể tự biến mất – khoảng 90% lượng chì được thải ra từ ống xả xe hơi, nhưng ông không thể tìm được cách chứng minh. Do vậy, ông tìm cách so sánh lượng chì trong không khí tại thời điểm đó và trước năm 1923, khi chì tetraethyl bắt đầu được sản xuất để phục vụ mục đích thương mại. Câu trả lời được Patterson tìm thấy trong các lõi băng.

Ở Greenland, mỗi năm tuyết rơi lại tích tụ thành một lớp riêng biệt (sự thay đổi nhiệt độ theo mùa khiến chúng chuyển màu). Bằng cách đếm ngược theo các lớp tuyết này và đo lượng chì trong mỗi lớp, ông có thể tính được lượng chì trong không khí ở bất kỳ thời điểm nào trong khoảng vài trăm, thậm chí vài nghìn năm. Phát hiện này đã tạo tiền đề cho rất nhiều nghiên cứu khí hậu hiện đại sau này.

Kết luận của Patterson là trước năm 1923, chì hầu như không tồn tại trong không khí, và từ thời điểm đó nó tăng liên tục với tốc độ báo động. Từ đây, việc loại bỏ chì ra khỏi xăng đã trở thành mục tiêu cả cuộc đời của nhà khoa học này, ông tuyên chiến với cả ngành công nghiệp chì khổng lồ cũng như các lợi ích của nó.

Ethyl lúc bấy giờ là một tập đoàn toàn cầu với những mối quan hệ cấp cao. (Trong số những giám đốc của tập đoàn này có cả Thẩm phán Tòa án Tối cao Lewis Powell và Gilbert Grosvenor của Hội Địa lý Quốc gia.) Patterson thấy ngay hậu quả là nguồn tài trợ nghiên cứu sẽ bị cắt hoặc khó xin cấp vốn. Viện Dầu khí Hoa Kỳ và Dịch vụ Y tế Công cộng Hoa Kỳ, những cơ quan chính phủ được cho là trung lập, lập tức hủy hợp đồng với ông.

Thậm chí các ủy viên quản trị của Học viện Công nghệ California, nơi Patterson làm việc, cũng bị gây sức ép từ các quan chức ngành công nghiệp chì. Theo Jamie Lincoln Kitman trong cuốn *The Nation* [tạm dịch: *Quốc gia*] năm 2000, Ethyl còn sẵn sàng cho Học viện một ghế trong ban điều hành "với điều kiện Patterson phải cuốn gói". Trước những áp lực đó, Patterson bị loại ra khỏi Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia vào năm 1971, vốn được bầu ra để điều tra nghi vấn nhiễm độc chì, mặc dù vào thời điểm đó, ông là chuyên gia nghiên cứu về chì hàng đầu của Mỹ.

Với lòng quả cảm vĩ đại, Patterson không hề lùi bước. Cuối cùng, những nỗ lực của ông cũng đã dẫn đến Đạo luật Không khí Sạch năm 1970 và sau đó là lệnh cấm bán xăng pha chì trên toàn nước Mỹ vào năm 1986. Lập tức, lượng chì trong máu người Mỹ giảm đến 80%. Tuy nhiên, vì chì không bao giờ mất đi, nên người Mỹ ngày nay vẫn đang phải mang trong mình lượng chì nhiều gấp 625 lần những người sống ở thế kỷ trước. Lượng chì trong không khí vẫn tiếp tục tăng khoảng 100.000 tấn một năm, hoàn toàn hợp pháp, do các hoạt động khai mỏ, luyện kim và sản xuất công nghiệp. Mỹ đã cấm dùng chì trong các loại sơn, theo McGrayne là "chậm hơn hầu hết các nước châu Âu đến 44 năm". Đáng chú ý là, dù độc đến mức kinh ngạc, nhưng các mối hàn chì trong đồ hộp của Mỹ mới chỉ bị cấm từ năm 1993.

Còn Tập đoàn Ethyl vẫn phát triển mạnh mẽ dù GM, Standard Oil và Du Pont không còn giữ cổ phần (họ bán lại cho công ty giấy Albemarle năm 1962). Theo McGrayne, cho đến tháng 2 năm 2001, Ethyl vẫn tiếp tục khẳng định "các nghiên cứu chưa chứng minh được rằng xăng pha chì đe dọa đến sức khỏe của con người". Trên website, công ty không hề đề cập đến chì hoặc Thomas Midgley mà chỉ đơn giản nhắc đến sản phẩm gốc chứa "một số hợp chất hóa học" trong lịch sử của mình.

Dù Ethyl không còn sản xuất xăng pha chì nhưng theo các báo cáo của công ty, trong năm 2000, chì tetraethyl (còn được biết đến như là TEL) vẫn chiếm 25,1 triệu đô-la trong tổng doanh thu 795 triệu đô-la (tăng so với 24,1 triệu đô-la năm 1999, nhưng giảm đáng kể so với 117 triệu đô- la năm 1998). Công ty này tuyên bố quyết tâm "tối đa hóa lượng tiền mặt tạo ra bởi TEL trong khi nhu cầu sử dụng nhiên liệu này vẫn tiếp tục giảm trên toàn thế giới". Ethyl tiếp tục quảng bá TEL trên phạm vi toàn cầu thông qua hợp đồng ký kết với công ty Octel của Anh.

Còn về những tai họa khác mà Thomas Midley đã để lại, cloflocácbon (CFC) bị cấm vào năm 1974 tại Mỹ song chúng vẫn tồn tại như những kẻ sát nhân ngoan cố. Chỉ một lượng nhỏ CFC được xả ra trước đó (trong chất khử mùi hoặc bình xịt tóc) vẫn tiếp tục lơ lửng và phá hủy tầng ôzôn, cho đến rất lâu nữa sau khi cả bạn và tôi đều đã lìa đời. Tin buồn là một lượng lớn CFC vẫn đang thải vào bầu khí quyển mỗi năm. Theo Wayne Biddle, hơn 27.000 tấn chất này, trị giá khoảng 1,5 tỷ đô-la, vẫn đang chảy ra thị trường mỗi năm. Ai đang sản xuất nó? Vẫn chính là con người. Các tập đoàn lớn vẫn cho sản xuất CFC trong các nhà máy của họ ở thế giới thứ ba, có lẽ là cho đến tận năm 2010.

Clair Patterson qua đời vào năm 1995, và cũng như các nhà địa chất khác, ông không bao giờ được đề cử giải Nobel. Ông cũng không có được chút danh tiếng nào sau nửa thế kỷ đóng góp quên mình. Ít ra, người ta cũng nên phong cho ông danh hiệu *Nhà địa chất có ảnh hưởng nhất thế kỷ XX*. Song, sự thật là chẳng ai biết đến Clair Patterson, ngay cả sách giáo khoa địa chất cũng không nhắc đến. Hai cuốn sách địa chất nổi tiếng gần đây về xác định tuổi của Trái Đất thậm chí còn viết sai tên ông. Đầu năm 2001, một bài viết trên tạp chí *Nature* còn mắc thêm một sai lầm đáng kinh ngạc, khi cho rằng Patterson là một phụ nữ.

Trên tất cả, nhờ Clair Patterson mà cuối cùng Trái Đất được xác định tuổi vào năm 1953. Vấn đề duy nhất bây giờ là Trái Đất lại già hơn cả vũ trụ đã sinh ra nó.

11

Hạt quark của Muster Mark

Năm 1911, một nhà khoa học người Anh là C. T. R. Wilson đã nghiên cứu sự hình thành của các đám mây bằng cách thường lặn lội tới đỉnh Ben Nevis, một ngọn núi nổi tiếng ẩm ướt ở Scotland, khi ông tình cờ phát hiện ra rằng hẳn phải có cách nào đó dễ hơn. Trở lại phòng thí nghiệm Cavendish, ông xây dựng một buồng mây nhân tạo – một thiết bị đơn giản để làm mát và làm ẩm không khí, một mô hình tạo mây phù hợp trong điều kiện phòng thí nghiệm.

Thiết bị này hoạt động rất hiệu quả, nhưng lại có thêm một lợi ích đầy bất ngờ. Khi ông ở trong buồng để làm đám mây giả của mình, nó để lại một dấu vết nhìn thấy được – giống như những vệt mà một chiếc máy bay để lại. Ông vừa phát minh ra máy dò hạt. Nó cung cấp bằng chứng đáng tin cậy cho thấy những hạt nhỏ hơn nguyên tử thực sự tồn tại.

Sau đó, hai nhà khoa học Cavendish khác đã phát minh ra một thiết bị bắn chùm proton mạnh hơn nhiều, trong khi ở California, Ernest Lawrence tại Đại học Berkeley đã cho ra đời máy xyclôtron nổi tiếng rất ấn tượng, hay máy gia tốc như lâu nay các thiết bị này vẫn được biết đến. Những thiết bị kỳ cục này đã thực sự hoạt động – và cho đến nay vẫn hoạt động – ít nhiều theo cùng một nguyên tắc, đó là tăng tốc một proton hay một hạt mang điện tới tốc độ vô cùng lớn trong ống (đôi khi hình tròn, đôi khi là đường thẳng), sau đó để nó va đập với một hạt khác nhằm xem thứ gì sẽ văng ra. Đây là lý do chúng được gọi là máy gia tốc. Về mặt khoa học, phương pháp này không phải là tinh tế nhất, nhưng nhìn chung nó hiệu quả.

Khi các nhà vật lý xây dựng được các máy móc to lớn và hiệu quả hơn, họ bắt đầu tìm ra và công bố các hạt hoặc họ hạt mà không

đưa ra số nguyên tử của chúng: muon, pion, hyperon, meson, K-meson, Higgs boson, boson véc- tơ trung gian, baryon, tachyon. Ngay cả các nhà vật lý cũng bắt đầu cảm thấy không mấy dễ chịu. "Này chàng trai trẻ, nếu nhớ hết được tên của các hạt này, tôi hẳn đã trở thành một nhà thực vật học," Enrico Fermi đã trả lời khi có sinh viên hỏi ông tên một hạt cụ thể.

Ngày nay, các máy gia tốc mang những cái tên mà Flash Gordon sẽ muốn dùng trong chiến đấu: máy gia tốc hạt Super Proton Synchrotron, vành va chạm Electron- Positron lớn, máy gia tốc hạt lớn và máy gia tốc hạt ion tương đối nặng. Sử dụng nguồn năng lượng khổng lồ (một số chỉ được vận hành vào ban đêm để người dân xung quanh không thấy điện nhà họ sụt đi khi hệ thống máy móc được khởi động), chúng có thể đẩy các hạt đến một trạng thái phi thường đến mức một electron có thể di chuyển 47.000 vòng quanh một đường hầm dài 7km chỉ trong một giây. Người ta từng lo ngại rằng với sự nhiệt tình của mình, các nhà khoa học có thể vô tình tạo ra một lỗ đen hoặc "các hạt quark kỳ lạ". Về mặt lý thuyết, các hạt này có thể tương tác với các hạt hạ nguyên tử khác và sinh sôi một cách không thể kiểm soát được. Nếu bạn vẫn đang đọc được những dòng này, nghĩa là điều này vẫn chưa xảy ra.

Việc tìm kiếm các hạt đòi hỏi một khả năng nắm bắt nhất định. Chúng không chỉ nhỏ và nhanh, mà còn tồn tại trong khoảng thời gian ngắn đến mức như muốn trêu ngươi các nhà khoa học: 0,000000000000000000000001(10-24) giây. Kể cả những hạt chậm chạp nhất trong số các hạt không ổn định này cũng không tồn tại quá 0,0000001(10-7) giây.

Một số hạt hầu như không thể nắm bắt. Cứ mỗi giây, Trái Đất đón nhận khoảng 10 nghìn tỷ tỷ tỷ tỷ neutrino cực nhỏ, gần như không có khối lượng (chủ yếu được bắn ra từ các hạt nhân nóng bỏng của Mặt Trời) và hầu như tất cả chúng đều đi xuyên qua hành tinh của chúng ta cũng như tất cả mọi thứ trên đó, bao gồm cả bạn và tôi, như thể chúng không tồn tại vậy. Để bắt được chỉ một vài hạt trong số đó, các nhà khoa học dùng những chiếc thùng chứa tới 57.000m^3 nước nặng (nghĩa là nước với tương đối nhiều đơteri[1]) đặt trong các buồng dưới mặt đất (thường là các hầm mỏ cũ), nơi chúng không thể bị các loại bức xạ khác tác động.

1· Deuterium - đồng vị nặng và bền của hiđro. (ND)

Thông thường, một neutrino vãng lai sẽ va đập với một hạt nhân

nguyên tử trong nước và tạo ra một luồng năng lượng nhỏ. Các nhà khoa học đo những luồng năng lượng này, và bằng cách đó giúp chúng ta hiểu rõ hơn một chút những đặc tính cơ bản của vũ trụ. Vào năm 1988, các nhà quan sát Nhật Bản báo cáo rằng neutrino thực sự có khối lượng, nhưng cực nhỏ – bằng khoảng một phần mười triệu khối lượng của một electron.

Ngày nay, thứ thực sự cần để tìm ra các hạt là tiền và thật nhiều tiền. Có một mối quan hệ tỷ lệ nghịch kỳ lạ trong vật lý hiện đại giữa độ nhỏ của thứ được tìm kiếm và cơ sở vật chất cần thiết để tìm ra nó. CERN, Tổ chức Nghiên cứu Hạt nhân châu Âu, giống như một thành phố nhỏ. Trải dài theo biên giới của Pháp và Thụy Sĩ, nó được 3.000 người vận hành và chiếm một vị trí rộng tới hàng kilômét vuông. CERN tự hào về một chuỗi nam châm nặng hơn tháp Eiffel và một đường hầm dài khoảng 26km.

Đập vỡ các nguyên tử, như James Trefil đã nói, là một việc dễ dàng; bạn làm việc đó mỗi lần bạn bật một bóng đèn huỳnh quang. Tuy nhiên, đập vỡ một hạt nhân nguyên tử lại là việc tiêu tốn khá nhiều tiền và đòi hỏi một nguồn điện khổng lồ. Khi xuống tới cấp độ hạt quark – hạt tạo ra các loại hạt – đòi hỏi chi phí còn cao hơn nữa: hàng nghìn tỷ vôn điện và ngân sách cần thiết tương đương với ngân sách của một nước nhỏ ở Trung Mỹ. Chiếc máy gia tốc hạt lớn của CERN, được đưa vào sử dụng từ năm 2005, tiêu tốn 14 nghìn tỷ vôn và cần khoảng 1,5 tỷ đô-la để chế tạo.[1]

---

[1] · Những nỗ lực tốn kém này cũng có một kết quả phụ rất thực tế. Mạng toàn cầu (world wide web) do CERN tạo ra. Đây là phát minh của Tim Berners-Lee, một nhà khoa học của CERN, vào năm 1989.

Song những con số này chưa là gì nếu so với những gì phải bỏ ra cũng như thu được từ một chiếc máy siêu gia tốc hạ được bắt đầu tạo ra vào thập kỷ 1980 gần Waxahachie, Texas, nhưng tiếc rằng nó không bao giờ trở thành hiện thực do không nhận được sự đồng thuận từ Quốc hội Hoa Kỳ. Họ dự định sẽ dùng chiếc máy này để cho phép các nhà khoa học thăm dò "bản chất tối hậu của vật chất", bằng cách tái tạo gần như toàn bộ các điều kiện của vũ trụ trong một phần mười nghìn tỷ giây đầu tiên. Kế hoạch là phóng các hạt qua một đường hầm dài 84km, với mức năng lượng thực sự đáng kinh ngạc là 99 nghìn tỷ vôn. Đây là một kế hoạch vĩ đại có thể sẽ tiêu tốn 8 tỷ đô-la để xây dựng (con số này cuối cùng lên tới 10 tỷ đô-la) và hàng trăm triệu đô- la mỗi năm để duy trì.

Đây có lẽ là ví dụ điển hình nhất trong lịch sử về việc đổ tiền

xuống một lỗ nhỏ trên mặt đất. Quốc hội ban đầu đồng ý chi 2 tỷ đô-la cho dự án này, nhưng đã hủy bỏ nó vào năm 1993 sau khi 22km đường hầm đã được đào. Texas có thể tự hào vì sở hữu cái lỗ đắt nhất vũ trụ. Nơi này, theo những gì tôi được anh bạn Jeff Guinn làm việc cho tờ *Fort Worth Star-Telegram* kể lại, thì "chỉ là một cánh đồng trống trải, mênh mông, xung quanh là một vài thị trấn nhỏ buồn tẻ nằm rải rác".

Từ khi siêu dự án này bị bỏ dở, các nhà vật lý hạt đã hạ thấp kỳ vọng của họ một chút, nhưng ngay cả những dự án khiêm tốn nhất cũng tốn kém vô cùng so với bất cứ thứ gì khác. Một điểm quan sát neutrino tại khu Mỏ Homestake cũ ở Lead, Nam Dakota, sẽ tốn 500 triệu đô-la Mỹ để xây dựng – đây là một hầm mỏ đã được đào sẵn – chưa kể chi phí duy trì hoạt động hằng năm. "Các chi phí chuyển đổi chung" sẽ tiêu tốn khoảng 281 triệu đô-la. Trong khi đó, một máy gia tốc hạt tại Fermilab ở Illinois tiêu tốn khoảng 260 triệu đô-la chỉ để tái trang bị.

Tóm lại, vật lý hạt là một ngành kinh doanh cực kỳ tốn kém nhưng cũng rất hiệu quả. Ngày nay, số hạt đếm được đã lên tới hơn 150, với trên 100 hạt nữa vẫn đang thuộc diện hoài nghi. Không may là, theo lời của Richard Feynman, "rất khó có thể hiểu rõ được mối quan hệ giữa các hạt này, và tự nhiên cần chúng để làm gì, hoặc liên kết giữa chúng." Điều không tránh khỏi là cứ mỗi khi chúng ta mở được một chiếc hộp, lại có một chiếc hộp bị khóa đang chờ ở trong. Một số người cho rằng có các hạt gọi là tachyon, với tốc độ di chuyển còn nhanh hơn ánh sáng. Những người khác vẫn mong tìm ra các hạt graviton – nguồn gốc của lực hấp dẫn. Liệu đâu sẽ là điểm đáy mà chúng ta không thể đi sâu hơn là câu hỏi vẫn đang bỏ ngỏ. Carl Sagan trong cuốn *Vũ trụ* đã đưa ra khả năng rằng nếu đi sâu vào một electron, bạn có thể sẽ phát hiện rằng bản thân nó cũng là một vũ trụ, điều này gợi nhớ tới những câu chuyện khoa học viễn tưởng của thập niên 1950. "Bên trong nó, electron được sắp xếp thành các cấu trúc tương đương thiên hà và các cấu trúc nhỏ hơn, đó là vô số những hạt cơ bản khác với kích thước nhỏ hơn rất nhiều, và bản thân chúng cũng là các vũ trụ ở cấp độ tiếp theo. Cứ như thế đi sâu mãi mãi, các vũ trụ nằm trong các vũ trụ, không có tận cùng. Và cả chiều đi lên cũng vậy."

Đối với hầu hết chúng ta, đây là một thế giới vượt quá khả năng hiểu biết. Để đọc được một bản chỉ dẫn cơ bản nhất về vật lý hạt ngày nay, bạn cần phải vượt qua những đám từ vựng như thế này: "Các *pion* và *phản pion* mang điện phân rã lần lượt thành một *muon* kèm theo *phản neutrino* và một *phản muon* kèm theo một *neutrino* với vòng đời khoảng 2,603 x 10^{-8} giây; một *pion* trung

gian phân rã thành hai *photon* với vòng đời trung bình khoảng 0,8 x 10^{-16} giây; một *muon* và một *phản muon* phân rã lần lượt thành…" Hay tương tự thế – đây là đoạn trích từ một cuốn sách dành cho độc giả đại chúng được viết bởi một trong những người có khả năng diễn giải thông suốt nhất, Steven Weinberg.

Vào những năm 1960, trong nỗ lực đơn giản hóa hơn nữa các vấn đề, nhà vật lý học Murray Gell-Mann đã đề xuất một mô hình hạt mới, theo lời Steven Weinberg, mục đích cơ bản là mô hình hóa phần nào cơ cấu tổ chức của vô số hadron – một khái niệm tổ hợp được các nhà vật lý sử dụng cho proton, neutron và các hạt khác chịu sự điều chỉnh bởi lực hạt nhân mạnh. Lý thuyết của Gell-Mann là mọi hadron đều được tạo ra bởi các hạt nhỏ hơn và thậm chí cơ bản hơn. Đồng nghiệp của ông là Richard Feynman đã định gọi các hạt cơ bản mới này là partons, nhưng bị phản đối. Thay vào đó, chúng được gọi là hạt quark.

Gell-Mann lấy tên gọi này từ một dòng trong cuốn *Finnegans Wake*: "Ba tiếng quark cho Muster Mark!" Sự sơ cấp cơ bản của hạt quark không tồn tại lâu. Khi người ta hiểu về nó, sự cần thiết phải tìm ra những bộ phận nhỏ hơn sẽ lại xuất hiện. Dù các hạt quark quá nhỏ để có màu hay vị hoặc bất cứ đặc tính vật lý nào khác mà chúng ta có thể nhận ra, nhưng chúng được xếp thành sáu loại – lên, xuống, lạ, hấp dẫn, đỉnh, đáy – mà các nhà vật lý đề cập tới một cách lạ lùng như là các "hương", và những loại này lại được xếp thành các màu đỏ, xanh lá và xanh dương.

Cuối cùng từ tất cả những thứ này xuất hiện một thứ được gọi là Mô hình Chuẩn (Standard Model); về cơ bản, đây là một loại túi phụ tùng dành cho thế giới hạ nguyên tử. Mô hình Chuẩn bao gồm sáu hạt quark, sáu hạt lepton, năm hạt boson đã được biết đến và một hạt thứ sáu được tiên đoán, hạt boson Higgs (đặt theo tên của nhà khoa học người Scotland, Peter Higgs), cùng với ba trong số bốn lực vật lý: lực hạt nhân mạnh, yếu và lực điện từ.

Cấu tạo cơ bản của mô hình là hạt quark nằm giữa các khối xây dựng cơ bản của vật chất, chúng được kết nối bởi các hạt gọi là gluon; các hạt quark và gluon cùng nhau tạo ra các proton và neutron, các thành phần của hạt nhân nguyên tử. Lepton là nguồn gốc của các electron và neutrino. Hạt quark và hạt lepton được gọi chung là các hạt fermion. Hạt boson (được đặt tên theo nhà vật lý người Ấn Độ S. N. Bose) là các hạt tạo ra và mang lực, bao gồm các photon và gluon. Hạt boson Higgs có thể tồn tại hoặc không; nó được tạo ra đơn giản chỉ như cách tạo ra các hạt có khối lượng.

Tất cả chỉ có vậy, dù mô hình này hơi khó sử dụng một chút, nhưng đây là mô hình đơn giản nhất có thể giải thích mọi thứ xảy ra trong thế giới các hạt. Tất cả những gì các nhà vật lý cảm thấy, như Leon Lederman đã nhận xét vào năm 1985 trong một bộ phim tài liệu truyền hình, đó là Mô hình Chuẩn thiếu sự tinh tế và đơn giản. "Nó quá phức tạp và có quá nhiều thông số giả định," Lederman nói. "Chúng ta không thực sự nhìn thấy Đấng Sáng thế thắt 20 nút để tạo ra 20 thông số cấu tạo nên vũ trụ như chúng ta đang giả định." Vật lý thực sự không khác gì một cuộc tìm kiếm yếu tố cơ bản tối thượng, nhưng cho đến nay tất cả những gì chúng ta có được là một đống lộn xộn tao nhã – hay như cách nói của Lederman là: "Có thể cảm nhận một cách sâu sắc rằng bức tranh này không đẹp."

Mô hình Chuẩn không chỉ vô duyên mà còn thiếu hoàn chỉnh. Bởi vì, nó không hề đề cập tới trọng lực. Đọc qua Mô hình Chuẩn, bạn sẽ không hề thấy thông tin lý giải tại sao khi bạn đặt một chiếc mũ trên bàn, nó không bay lên trần nhà. Hoặc như chúng ta vừa lưu ý, liệu nó có thể lý giải khối lượng không. Để tạo ra khối lượng cho các hạt, chúng ta đã đưa ra khái niệm hạt boson Higgs; trong khi việc hạt này có tồn tại hay không vẫn còn là bí ẩn đối với các nhà vật lý của thế kỷ XXI. Như Feynman đã nhận xét một cách hóm hỉnh: "Thế là chúng ta bị kẹt trong một thuyết mà chúng ta không biết nó đúng hay sai, nhưng chúng ta biết rằng nó sai *một chút*, hoặc ít nhất là không hoàn chỉnh."

Trong nỗ lực kéo mọi thứ lại với nhau, các nhà vật lý đã đưa ra thuyết siêu dây. Thuyết này mặc nhiên công nhận rằng những thứ như hạt quark và lepton mà chúng ta cho là các hạt thực ra lại là những "sợi dây" – những sợi năng lượng lan tỏa dao động theo 11 chiều, bao gồm 3 chiều mà chúng ta đã biết cộng thêm chiều thời gian và 7 chiều khác mà chúng ta chưa biết. Các dây này nhỏ đến mức chúng có thể được xem như là các hạt dạng chấm.

Bằng cách đưa vào thêm các chiều, thuyết siêu dây cho phép các nhà vật lý xếp các định luật lượng tử và trọng lực vào trong cùng một gói nhỏ gọn; nhưng điều đó cũng đồng nghĩa với việc bất cứ điều gì mà các nhà khoa học nói theo thuyết này cũng bắt đầu có vẻ đáng lo ngại giống như những tư tưởng khiến bạn muốn tránh qua một bên nếu chúng được truyền đạt bởi một người lạ mặt ngồi cùng ghế đá trong công viên. Ví dụ, đây là cách nhà vật lý Michio Kaku giải thích cấu trúc vũ trụ theo quan điểm siêu dây:

> *Chuỗi ưu thế bao gồm một dây đóng có hai loại dao động, cùng chiều và ngược chiều kim đồng hồ và được đối xử khác nhau. Các*

dao động cùng chiều kim đồng hồ tồn tại trong một không gian 10 chiều. Các dao động ngược chiều kim đồng hồ tồn tại trong một không gian 26 chiều, trong đó 16 chiều đã được thu gọn (Chúng ta nhớ lại rằng trong 5 chiều ban đầu của Kaluza, chiều thứ năm được thu gọn bằng cách gói gọn trong một vòng tròn).

Cứ như vậy, nó kéo dài khoảng 350 trang.

Thuyết siêu dây còn kéo theo thuyết M, theo đó nó kết hợp các bề mặt được các tâm hồn "sành điệu" của thế giới vật lý biết đến như là các màng. Song tôi e rằng thuyết này nằm trên cao tốc tri thức nơi đa số chúng ta phải bỏ cuộc. Đây là một câu trích từ tờ New York Times, giải thích nó theo cách đơn giản nhất để độc giả đại chúng có thể hiểu:

Quá trình ekpyrotic bắt đầu từ rất xa trong quá khứ vô định với một cặp màng phẳng trống rỗng đặt song song trong một không gian 5 chiều bị biến dạng... Hai màng này, tạo nên những bức tường của chiều thứ năm, có thể đã sinh ra từ hư vô như một biến động lượng tử trong quá khứ xa hơn và sau đó trôi ra xa nhau.

Không ai tranh cãi, cũng không ai hiểu gì. Thật tình cờ, ekpyrotic gốc là tiếng Hy Lạp, nghĩa là đám cháy lớn.

Các vấn đề trong vật lý ngày nay đã đạt đến mức độ như Paul Davies nhấn mạnh trên tạp chí *Nature*, đó là "những người không có chuyên môn hầu như không thể phân biệt giữa những kẻ khùng hợp pháp và những kẻ hoàn toàn lập dị." Vấn đề xuất hiện một cách thú vị vào mùa thu năm 2002 khi hai nhà vật lý học người Pháp, hai anh em sinh đôi, Igor và Grichka Bogdanov, đề xuất một thuyết mật độ đầy tham vọng trong đó chứa đựng những khái niệm như "thời gian giả tưởng", "điều kiện Kubo-Schwinger-Martin" và dự định mô tả môi trường hư không của vũ trụ trước vụ nổ Big Bang – một giai đoạn luôn được xem là bất khả tri (vì nó tồn tại trước khi vật lý cùng các đặc trưng của nó ra đời).

Gần như ngay lập tức, thuyết Bogdanov đã khơi lên cuộc tranh luận giữa các nhà vật lý về việc liệu đây là những lời tầm bậy, là công trình của một thiên tài hay một kẻ lừa bịp. "Về mặt khoa học, nó gần như vô nghĩa," nhà vật lý Đại học Columbia, Peter Woit, đã tuyên bố trên tờ *New York Times*, "nhưng ngày nay điều đó không khiến nó khác biệt nhiều với đa phần các tài liệu khác." Karl Popper, người mà Steven Weinberg đã gọi là "vị trưởng lão của các nhà triết học khoa học hiện đại", từng cho rằng sẽ không có một học thuyết tối hậu về vật lý – thay vào đó, mỗi lời giải thích sẽ đòi

hỏi những lời giải thích cặn kẽ hơn nữa, tạo thành "một chuỗi những nguyên lý ngày càng cơ bản". Khả năng ngược lại là tri thức này có thể vượt ra ngoài tầm hiểu biết của chúng ta. Weinberg đã viết trong cuốn *Dreams of a Final Theory* [tạm dịch: *Những giấc mơ về một học thuyết tối hậu*] rằng: "cho đến nay, điều không may là dường như chúng ta vẫn chưa đi đến giới hạn của các nguồn lực trí tuệ." Đây là một lĩnh vực gần như chắc chắn sẽ có nhiều sự phát triển hơn nữa về tư duy, và gần như chắc chắn những tư duy này vượt quá tưởng tượng của đa số chúng ta.

Trong khi các nhà vật lý ở những thập niên giữa của thế kỷ XX đang bối rối xoay xở trong thế giới của những thứ rất nhỏ, thì các nhà thiên văn học cũng gặp phải sự bất toàn không kém trong khi tìm hiểu về vũ trụ ở tầm vĩ mô.

Khi chúng ta gặp Edwin Hubble lần cuối cùng, ông đã xác định rằng gần như mọi thiên hà trong tầm nhìn của chúng ta đang ngày một rời xa chúng ta, và rằng tốc độ cũng như khoảng cách của sự rút lui này mang tính tỷ lệ: thiên hà ở càng xa, tốc độ di chuyển của nó càng nhanh. Hubble nhận thấy rằng điều này có thể được biểu diễn bằng một công thức đơn giản, Ho = *v/d* (trong đó Ho là một hằng số, v là tốc độ thoái lui của một ngân hà và d là khoảng cách giữa nó với chúng ta). Ho, hằng số Hubble, là một phần của định luật Hubble. Sử dụng công thức này, Hubble đã tính được vũ trụ rơi vào khoảng hai tỷ năm tuổi; điều này hơi ngớ ngẩn vì ngay từ cuối những năm 1920 đã có bằng chứng cho thấy rất nhiều thứ trong vũ trụ – trong đó có Trái Đất – còn già hơn thế nhiều. Việc hiệu chỉnh con số này đã trở thành mối bận tâm của ngành khoa học vũ trụ.

Điều gần như duy nhất không thay đổi ở hằng số Hubble là bất đồng về giá trị được gán cho nó. Vào năm 1956, các nhà thiên văn học phát hiện ra rằng các biến quang Cepheid mang tính biến động nhiều hơn những gì họ nghĩ. Họ tính toán lại và đưa ra một độ tuổi mới cho vũ trụ, nằm trong khoảng 7 tỷ và 20 tỷ năm – không chính xác tuyệt đối, nhưng ít nhất đủ già để bao trùm sự hình thành của Trái Đất.

Trong những năm sau đó nổ ra một cuộc tranh luận mà sẽ còn kéo dài rất lâu giữa Allan Sandage – hậu duệ của Hubble tại Mount Wilson – và Gérard de Vaucouleurs, một nhà thiên văn học gốc Pháp đang làm việc tại Đại học Texas. Sandage, sau nhiều năm tính toán cẩn thận, đã gán giá trị cho hằng số Hubble là 50, và vũ trụ có số tuổi là 20 tỷ năm. De Vaucouleurs cũng khá chắc chắn rằng hằng số Hubble là 100.[1] Điều này có nghĩa là kích thước và

tuổi tác vũ trụ của ông chỉ bằng một nửa niềm tin của Sandage – 10 tỷ năm. Mọi vấn đề trở nên không chắc chắn khi vào năm 1994, một đội từ Đài quan sát Carnegie ở California, sử dụng kết quả đo đạc của Kính viễn vọng vũ trụ Hubble, đã cho rằng vũ trụ có thể chỉ vào khoảng 8 tỷ năm tuổi – một độ tuổi mà họ phải thừa nhận rằng còn trẻ hơn nhiều ngôi sao trong vũ trụ. Vào tháng Hai năm 2003, một nhóm nhà khoa học NASA và Trung tâm du hành vũ trụ ở Maryland đã sử dụng một loại vệ tinh tầm xa mới có tên là *Tàu thăm dò vi sóng bất đẳng hướng Wilkinson*, tuyên bố chắc chắn rằng tuổi của vũ trụ là 13,7 tỷ năm, có thể xê dịch trong khoảng một vài trăm triệu năm. Mọi vấn đề tạm lắng xuống tại đây, ít nhất là tạm thời.

1· Tất nhiên, bạn có thể băn khoăn ý nghĩa chính xác của "hằng số 50" hay "hằng số 100". Câu trả lời nằm trong đơn vị đo lường thiên văn. Trừ khi trong hội thoại, các nhà thiên văn học không dùng đơn vị năm ánh sáng. Họ sử dụng một đơn vị gọi là parsec, một sự rút gọn của từ parallax (thị sai) và second (giây), dựa trên một đơn vị phổ biến gọi là stellar parallax tương đương với 3,26 năm ánh sáng. Những con số rất lớn, như kích thước của vũ trụ sẽ được đo bằng megaparsecs: 1 megaparsec = 1 triệu parsec. Hằng số được thể hiện dưới dạng kilômét trên giây trên megaparsec. Vì thế, khi các nhà thiên văn đề cập tới hằng số Hubble, điều mà họ thực sự muốn nói là "50km/giây trên megaparsec". Đối với hầu hết chúng ta, đây là một đơn vị hoàn toàn vô nghĩa; nhưng vậy thì có thể nói, với các đơn vị thiên văn, hầu hết các khoảng cách đều quá lớn đến mức trở nên hoàn toàn vô nghĩa.

Khó khăn trong việc đưa ra những xác quyết cuối cùng nằm ở chỗ thường có vô số khoảng trống để giải thích. Hãy tưởng tượng bạn đứng trên một cánh đồng vào ban đêm và quyết định tính xem hai ngọn đèn điện cách đó bao xa. Sử dụng những công cụ thiên văn học khá đơn giản, bạn có thể dễ dàng xác định được rằng các bóng đèn có độ sáng như nhau và một bóng, chẳng hạn, cách ta gấp rưỡi so với bóng kia. Tuy nhiên, bạn không thể chắc chắn liệu có phải nguồn sáng gần hơn phát ra từ một bóng đèn 58 oát cách đó 37m hay từ một bóng đèn 61 oát cách đó 36,5m. Chưa kể bạn còn phải tính đến những yếu tố nhiễu gây ra bởi sự thay đổi của khí quyển Trái Đất, bụi giữa các thiên hà, ánh sáng bị lẫn bởi các ngôi sao gần hơn và nhiều yếu tố khác. Kết quả là những phép tính của bạn dựa trên một loạt các giả định lồng vào nhau, trong đó mỗi giả định đã có thể trở thành một đề tài tranh luận. Một vấn đề nữa là việc tiếp cận với các kính viễn vọng luôn mất phí và việc đo đạc những sự thay đổi phổ đỏ luôn đắt một cách đáng kể trong thời đại của kính thiên văn. Ta có thể phải mất cả đêm để được tiếp xúc với nó một lần. Do đó, các nhà thiên văn học đôi khi bị áp lực (hoặc sẵn sàng) đưa ra kết luận dựa trên bằng chứng ít ỏi.

Trong ngành vũ trụ học, như nhà báo Geoffrey Carr đã chỉ ra, chúng ta có một núi lý thuyết được xây dựng trên một mô đất bằng chứng. Hay như Martin Rees nói: "Sự bằng lòng của chúng ta hiện nay [với mức độ hiểu biết hiện tại] có thể phản ánh những hạn chế dữ liệu hơn là sự xuất sắc của lý thuyết".

Tình cờ, sự không chắc chắn này liên quan tới những thứ tương đối gần cũng như các vùng xa xôi của vũ trụ. Như Donald Goldsmith lưu ý, khi các nhà thiên văn học nói rằng thiên hà M87 cách ta 60 triệu năm ánh sáng, thì điều mà họ thực sự nghĩ (nhưng thường không được nhấn mạnh với đại chúng) là nó nằm cách xa ta trong khoảng từ 40 tới 90 triệu năm ánh sáng – và đó là những vấn đề không hề giống nhau. Thông thường trước vũ trụ, mọi thứ sẽ được phóng đại một cách tự nhiên. Với tất cả những sự ồn ào xung quanh các tuyên bố mới nhất, chúng ta còn lâu mới đi đến thống nhất.

Một lý thuyết thú vị được đề xuất gần đây là vũ trụ không lớn như chúng ta vẫn nghĩ; và nếu nhìn vào khoảng cách một vài thiên hà, chúng ta có thể sẽ thấy hình ảnh phản chiếu, vốn là những hình ảnh ma mị được tạo thành bởi ánh sáng hắt lại.

Sự thật là, có rất nhiều thứ ở mức độ khá cơ bản mà chúng ta không biết – không chỉ riêng chuyện vũ trụ bao gồm những gì. Khi các nhà khoa học tính toán lượng vật chất cần thiết để giữ các vật với nhau, chúng luôn thiếu một cách tuyệt vọng. Dường như ít nhất 90% vũ trụ, và có lẽ đến 99%, được cấu tạo bởi "vật chất tối" của Fritz Zwicky – một thứ mang bản chất vô hình đối với chúng ta. Có lẽ sẽ thật khó chịu khi nghĩ rằng chúng ta sống trong một vũ trụ mà phần lớn trong đó chúng ta không thể nhìn thấy, nhưng thực tế là thế. Ít nhất tên của hai thủ phạm tiềm năng chính có vẻ khá thú vị: người ta cho rằng chúng là WIMPs (*Weakly Interacting Massive Particles*, các hạt mang khối lượng lớn nhưng lực tương tác yếu, có thể là các đốm vật chất vô hình sót lại từ vụ nổ Big Bang) hoặc MACHOs (*MAssive Compact Halo Objects*, các vật thể Halo nén mang khối lượng – chỉ đơn thuần là tên khác của các lỗ đen, sao lùn nâu và những ngôi sao rất mờ khác).

Các nhà vật lý lượng tử có xu hướng ủng hộ cách giải thích WIMP, còn các nhà thiên văn học thì thiên về MACHO. Đã có lúc MACHO chiếm ưu thế, nhưng chúng không được phát hiện đủ nhiều nên thiện cảm lại trở về phía WIMP – cùng với vấn đề là chưa từng có WIMP nào được phát hiện. Bởi chúng tương tác yếu, nên cho dù có tồn tại thì cũng rất khó để nhận dạng chúng. Các tia vũ trụ thường gây ra quá nhiều yếu tố nhiễu. Chính vì thế các nhà khoa

học phải đi sâu vào lòng đất. Cứ xuống sâu 1km, cuộc oanh tạc vũ trụ chỉ còn cường độ bằng một phần triệu cường độ trên mặt đất. Nhưng ngay cả thế, "hai phần ba vũ trụ vẫn như biến mất", như một nhà bình luận đã nói. Tính tới thời điểm này, chúng ta gọi chúng là DUNNOS (*Dark Unknown Nonreflective Nondetectable Objects Somewhere* – các vật thể tối ở đâu đó không phát hiện được, không phản ánh được, không xác định được).

Các bằng chứng gần đây cho thấy các thiên hà không chỉ ngày càng rời xa chúng ta, mà tốc độ của chúng còn ngày một tăng lên. Điều này đi ngược lại mọi kỳ vọng. Dường như vũ trụ không chỉ được lấp đầy bởi vật chất tối mà còn bằng cả năng lượng tối. Các nhà khoa học đôi khi gọi đó là năng lượng chân không hoặc nguyên tố thứ năm. Dù nó là gì, thì dường như nó đang gây ra một sự nở rộng mà không ai có thể giải thích một cách thấu đáo. Lý thuyết nói rằng vũ trụ không hề trống rỗng – có những hạt vật chất và phản vật chất hình thành và biến mất – đây là những gì đẩy vũ trụ ra xa với tốc độ tăng dần. Thứ có thể lý giải tất cả những điều này, thật không ngờ, chính là hằng số vũ trụ của Einstein – mẩu toán học nho nhỏ mà ông đưa vào *General Theory of Relativity* [tạm dịch: *Thuyết tương đối rộng*] để ngăn chặn sự giãn nở của vũ trụ mà ông gọi là "sai lầm lớn nhất của đời tôi". Giờ đây, sau tất cả, dường như ông đã đúng.

Kết quả của những điều này là chúng ta sống trong một vũ trụ có tuổi nhưng không thể đo nổi, được vây quanh bởi các vì sao mà khoảng cách từ chúng tới chúng ta cũng không thể biết được, vũ trụ này tràn ngập những vật chất chúng ta không xác định được, và tất cả vận động theo các quy luật vật lý với các đặc tính mà chúng ta chưa thực sự hiểu nổi.

Nhận thức được điều này, chúng ta hãy chuyển sang Hành tinh Trái Đất và xem xét một vài điều chúng ta thực sự hiểu – dù đến đây có thể bạn sẽ ngạc nhiên khi biết chúng ta không hoàn toàn hiểu Trái Đất, và những gì chúng ta hiểu được cũng chỉ là mới đây mà thôi.

12
Trái đất vận động

Trong một trong những công việc chuyên môn cuối cùng trước khi qua đời vào năm 1955, Albert Einstein đã viết một lời tựa ngắn nhưng sinh động cho cuốn sách của nhà địa chất học Charles Hapgood, có tiêu đề *Earth's Shifting Crust: A Key to Some Basic Problems of Earth Science* [tạm dịch: *Lớp vỏ dịch chuyển của Trái Đất: Chìa khóa đối với một số vấn đề cơ bản của khoa học Trái Đất*]. Cuốn sách của Hapgood đã bác bỏ ý tưởng cho rằng các lục địa đang chuyển động. Hapgood nhận định một vài người cả tin đã chỉ nhìn vào sự tương ứng rõ ràng về hình dáng giữa các châu lục nhất định. Ông tiếp tục, "châu Phi dường như khớp với Nam Mỹ, v.v.. Có người còn tưởng rằng cấu trúc đá ở hai bờ Đại Tây Dương khá giống nhau." Hapgood nhanh chóng bác bỏ ý tưởng này và nhấn mạnh rằng các nhà địa chất K. E. Caster và J. C. Mendes đã tiến hành nhiều nghiên cứu thực địa ở cả hai bờ Đại Tây Dương và đã khẳng định rằng sự tương đồng này không hề tồn tại. Có Chúa mới biết Messrs Caster và Mendes đã quan sát thấy gì, bởi thực tế đa phần cấu trúc đá ở cả hai bờ Đại Tây Dương là như nhau – không phải khá giống mà là như nhau.

Đây không phải ý tưởng cất cánh cùng với Hapgood hay nhiều nhà địa chất học cùng thời. Học thuyết mà Hapgood ám chỉ đã được đề xuất lần đầu vào năm 1908 bởi một nhà địa chất học nghiệp dư là Frank Bursley Taylor. Taylor xuất thân từ một gia đình giàu có, có đủ điều kiện và tránh khỏi những ràng buộc của giới học thuật để có thể theo đuổi những đường hướng nghiên cứu phi truyền thống. Ông là một trong những người khám phá ra sự giống nhau giữa hình dáng đường bờ biển của châu Phi và Nam Mỹ, và từ quan sát này ông đã đưa ra ý tưởng rằng các châu lục đã từng di chuyển chậm theo một đường cong. Ông đã dự đoán đầy tính tiên tri rằng sự đè nghiến lên nhau của các lục địa có thể đã

giúp nâng cao các dãy núi trên thế giới. Tuy nhiên, ông thất bại trong việc đưa ra bằng chứng và lý thuyết này bị xem là quá lập dị để nhận được sự chú ý nghiêm túc.

Song ở Đức, ý tưởng của Taylor đã được đón nhận và được nhà khí tượng học Alfred Wegener thuộc Đại học Marburg tận dụng hiệu quả. Wegener đã nghiên cứu các loài thực vật và hóa thạch dị thường không phù hợp với mô hình chuẩn của lịch sử Trái Đất và nhận ra rằng thật vô nghĩa nếu giải thích theo cách truyền thống. Những hóa thạch động vật xuất hiện lặp lại ở các bờ đối diện nhau của các đại dương, nghĩa là quá rộng lớn để bơi qua. Ông băn khoăn những con thú có túi đã du hành từ Nam Mỹ tới châu Úc bằng cách nào? Tại sao những con ốc giống hệt nhau lại xuất hiện ở Scandinavi và New England? Làm sao có thể giải thích được việc các vỉa than và các tàn dư bán nhiệt đới khác tồn tại ở những nơi giá lạnh như Spitsbergen, hơn 600km về phía bắc Na Uy, nếu không phải chúng, đã bằng cách nào đó, di cư tới đây từ nơi có khí hậu ấm áp hơn.

Wegener đã đưa ra lý thuyết rằng các lục địa của thế giới từng tồn tại như một khối đất thống nhất mà ông gọi là Pangaea, nơi các loài động thực vật có thể chung sống, trước khi tách rời và trôi dạt tới vị trí hiện nay của chúng. Ông đã trình bày các ý tưởng trong một cuốn sách có tiêu đề *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane* [tạm dịch: *Nguồn gốc các châu lục và đại dương*], được xuất bản bằng tiếng Đức vào năm 1912 và bằng tiếng Anh ba năm sau đó – bất chấp sự bùng nổ của Thế chiến I.

Vì cuộc chiến này, ban đầu lý thuyết của Wegener không thu hút được nhiều sự chú ý, nhưng đến năm 1920, khi ông cho ra đời một ấn bản mở rộng và hiệu chỉnh, nó nhanh chóng trở thành chủ đề thảo luận. Mọi người đều đồng ý rằng các lục địa di chuyển – nhưng là theo chiều lên xuống chứ không phải ra hai bên. Quá trình di chuyển dọc, còn gọi là sự đẳng tĩnh, là nền tảng của niềm tin địa chất suốt nhiều thế hệ, dù không đưa ra những lý giải thực sự hấp dẫn về việc điều đó đã xảy ra như thế nào và tại sao. Một ý tưởng có trong sách giáo khoa khi tôi còn đi học, là thuyết "trái táo nướng" do nhà khoa học người Áo, Eduard Suess, đề xuất ngay trước thời điểm chuyển giao thế kỷ. Theo thuyết này, khi Trái Đất nóng chảy rồi nguội đi, nó đã trở nên nhăn nheo như một trái táo nướng, tạo ra các đáy đại dương và dãy núi. Trong khi đó, James Hutton đã chỉ ra từ rất lâu trước đó rằng sự sắp xếp tĩnh như vậy cuối cùng sẽ kết thúc bằng một khối cầu không có nét gì đặc biệt bởi sự xói mòn sẽ san phẳng chỗ lồi và đắp đầy chỗ lõm. Ngoài ra còn có một vấn đề khác, được Rutherford và Soddy trình bày hồi

đầu thế kỷ, rằng các yếu tố nằm trong Trái Đất trữ một nhiệt lượng khổng lồ – quá lớn để cho phép xảy ra sự nguội và co lại như Suess đề xuất. Và dù thế nào, nếu lý thuyết của Suess chính xác, thì các dãy núi phải được phân bố đều trên bề mặt Trái Đất và ít nhiều cùng tuổi với nhau, trong khi thực ra không phải vậy. Vào đầu những năm 1900, đã có bằng chứng cho thấy một số dãy núi như Ural và Appalachia già hơn dãy Alps và Rockies hàng trăm triệu năm tuổi. Rõ ràng, đây là thời điểm chín muồi để một lý thuyết khác ra đời. Không may, Alfred Wegener không phải là người được các nhà địa chất kỳ vọng sẽ là tác giả của một lý thuyết như thế.

Ngay từ đầu, những tư tưởng cấp tiến của ông đã đặt ra nghi vấn về nền tảng của các nguyên lý địa chất của họ, và đây hiếm khi là một cách hiệu quả để khơi dậy sự đón nhận nhiệt tình từ phía khán giả. Một thách thức như thế nếu đến từ một nhà địa chất thì đã là đau đớn, trong khi Wegener lại không có nền tảng trong lĩnh vực này. Ông là một nhà khí tượng học. Một người Đức chuyên nghiên cứu thời tiết. Đây không phải là những khiếm khuyết dễ dàng khắc phục.

Vì thế, các nhà địa chất tìm mọi cách có thể để phủ nhận các bằng chứng và xem nhẹ những đề xuất của ông. Để biện giải về sự phân tán hóa thạch, họ đặt các "cầu lục địa" cổ đại ở bất cứ nơi nào họ cần. Một loài ngựa cổ có tên là *Hipparion* được biết đã từng sống ở Pháp và Florida vào cùng một thời điểm, và một cây cầu lục địa được vẽ ngang qua Đại Tây Dương. Khi người ta biết rằng loài heo vòi cổ đại đã tồn tại đồng thời ở Nam Mỹ và Đông Nam Á, một cây cầu lục địa lại được vẽ ra. Chẳng bao lâu bản đồ của các đại dương thời tiền sử kín đặc những cây cầu lục địa giả tưởng – từ Bắc Mỹ tới châu Âu, từ Brazil tới châu Phi, từ Đông Nam Á tới châu Úc và từ châu Úc tới Nam Cực. Những sợi tua liên kết này không chỉ xuất hiện một cách dễ dàng bất cứ khi nào cần để một dạng sống có thể di chuyển từ lục địa này sang lục địa khác, mà còn biến mất và không để lại bất cứ dấu vết nào về sự tồn tại của chúng. Tất nhiên, không chiếc nào trong số chúng được chứng minh bằng các bằng chứng xác thực – không gì có thể sai sót nhiều hơn thế – nhưng nó lại đã từng là một tư tưởng địa chất học chính thống tồn tại trong suốt nửa thế kỷ.

Thậm chí những cây cầu lục địa cũng không thể giải thích được vài điều. Một loài bọ ba thùy nổi tiếng ở châu Âu được phát hiện đã từng sống ở Newfoundland – nhưng chỉ ở một phía. Không ai có thể giải thích một cách thuyết phục tại sao chúng có thể vượt đại dương dữ dằn với khoảng cách 3.000km mà lại không thể tìm

đường sang phía bên kia của một hòn đảo với bề rộng chỉ 300km. Điều bất thường ngớ ngẩn hơn là về một loài bọ ba thùy khác được phát hiện đồng thời tại châu Âu và khu vực Thái Bình Dương thuộc phía tây bắc của châu Mỹ, nhưng không hề thấy ở đoạn giữa, trong khi điều đó sẽ chỉ cần một cây cầu vượt thay vì một cây cầu lục địa. Cho đến tận năm 1964, khi Bách khoa toàn thư Britannica thảo luận về các học thuyết đối lập nhau, người ta vẫn kết luận rằng Wegener mắc vô số khuyết điểm nghiêm trọng về mặt lý thuyết. Chắc hẳn Wegener đã từng mắc sai lầm. Ông khẳng định đảo Greenland đang trôi về phía Tây với tốc độ khoảng 1,6km một năm – một sự phi lý rõ ràng. (Có lẽ là 1cm thì đúng hơn). Nghiêm trọng nhất là, ông không đưa ra bất cứ lời giải thích thuyết phục nào về cách thức vận động của các lục địa. Để tin được các học thuyết của ông, bạn phải tin rằng các lục địa nặng nề, bằng cách nào đó, đã tách lớp vỏ cứng như thể chiếc cày lướt qua mặt đất mà không để lại đường rãnh nào. Không có kiến thức nào tại thời điểm đó có thể giải thích hợp lý cơ chế của những chuyển dịch vĩ đại này.

Chính Arthur Holmes, nhà địa chất người Anh đã nỗ lực để xác định tuổi của Trái Đất, là người đưa ra một đề xuất. Holmes là nhà khoa học đầu tiên hiểu rằng sự ấm lên do bức xạ có thể tạo ra những dòng đối lưu bên trong Trái Đất. Về mặt lý thuyết, chúng đủ mạnh để khiến các lục địa trượt trên bề mặt. Trong cuốn sách giáo khoa nổi tiếng và có tầm ảnh hưởng lớn của ông, *Principles of Physical Geology* [tạm dịch: *Các nguyên lý địa chất học vật lý*] được xuất bản lần đầu vào năm 1944, Holmes đã trình bày thuyết trôi dạt lục địa. Cho đến nay, những nguyên lý cơ bản của thuyết này vẫn đang chiếm ưu thế. Tại thời điểm đó, đây vẫn là một quan điểm cấp tiến và gây nhiều tranh cãi, đặc biệt là tại Mỹ, nơi sự phản đối thuyết trôi dạt lâu hơn ở bất cứ đâu. Một nhà bình luận tại nước này đã thấy phiền lòng và không hề pha chút mỉa mai nào khi nói rằng Holmes trình bày các lập luận của mình rõ ràng và thuyết phục đến mức người học có thể sẽ tưởng đó là sự thật. Tuy nhiên, ở đâu đó, học thuyết này đã dần lôi kéo được sự ủng hộ thận trọng nhưng vững chắc. Vào năm 1950, một cuộc bỏ phiếu tại buổi họp thường niên của Hội vì Sự tiến bộ Khoa học Anh quốc đã cho thấy một nửa số thành viên có mặt ủng hộ ý tưởng về sự trôi dạt lục địa. (Hapgood ngay sau đó đã trích dẫn con số này như một bằng chứng về sự lầm lạc thảm hại của các nhà địa chất người Anh.) Điều đáng tò mò là, niềm tin của chính Holmes đôi khi cũng bị lung lay. Năm 1953, ông thú nhận, "tôi chưa bao giờ thành công trong việc giải phóng bản thân khỏi định kiến dai dẳng chống lại thuyết lục địa trôi dạt; phải nói rằng, từ trong cốt tủy

của một nhà địa chất, tôi cảm thấy nó thật hão huyền."

Tuy vậy, không phải thuyết này không nhận được bất kỳ sự hưởng ứng nào ở Hoa Kỳ. Từ Đại học Harvard, Reginald Daly đã lên tiếng ủng hộ nó, nhưng bạn có thể nhớ lại, ông chính là người cho rằng Mặt Trăng được hình thành bởi một lực tác động vũ trụ, và những ý tưởng của ông thường được xem là thú vị, thậm chí có giá trị, nhưng hơi quá hoa mỹ để nhận được sự chú ý nghiêm túc. Như vậy, hầu hết các học giả Mỹ mắc kẹt trong niềm tin rằng các lục địa đã và sẽ mãi mãi chiếm giữ những vị trí hiện tại, và các đặc trưng trên bề mặt của chúng có thể được lý giải bởi các nguyên nhân khác chứ không phải sự dịch chuyển lục địa.

Điều thú vị là, các nhà địa chất của các hãng dầu từ lâu đã biết rằng nếu muốn tìm thấy dầu mỏ, bạn sẽ phải chấp nhận những vận động bề mặt hình thành do các mảng kiến tạo. Nhưng các nhà địa chất dầu mỏ không viết các bài báo khoa học, họ chỉ tìm kiếm dầu mà thôi.

Một vấn đề lớn khác với các học thuyết Trái Đất mà chưa có ai từng giải quyết hoặc tiệm cận với khả năng giải quyết. Đó là câu hỏi về việc mọi lớp trầm tích đã đi đâu. Mỗi năm các dòng sông trên Trái Đất mang ra biển một lượng khổng lồ các loại vật chất bị xói mòn – ví dụ, khoảng 500 triệu tấn canxi. Nếu nhân tỷ lệ lắng đọng với số năm nó đã diễn ra, lẽ ra phải có một lớp trầm tích dày khoảng 20km dưới đáy các đại dương – hoặc, nói cách khác, đáy các đại dương lẽ ra tới nay phải cao hơn mặt biển. Các nhà khoa học đã giải quyết vấn đề này theo cách đơn giản nhất có thể là lờ nó đi. Nhưng cuối cùng, tới một lúc nào đó, họ không thể làm thế được nữa.

Trong Thế chiến II, một nhà khoáng vật học tại Đại học Princeton là Harry Hess đã được giao phụ trách một chiếc tàu vận tải chiến đấu, chiếc USS *Cape Johnson*. Trên tàu có một chiếc máy dò độ sâu hiện đại rất thú vị, được thiết kế để hỗ trợ cho các cuộc thao diễn gần bờ trong những lần neo đậu trên bãi biển. Thế nhưng, Hess nhận thấy cũng có thể sử dụng nó cho mục đích khoa học, và ông không bao giờ tắt nó, ngay cả khi ở ngoài biển, thậm chí ngay trong chiến sự. Điều ông khám phá ra hết sức bất ngờ. Nếu thềm đáy biển cổ xưa như mọi người mặc định, chúng lẽ ra phải được phủ bởi những lớp trầm tích dày giống như bùn ở đáy sông, hồ. Nhưng kết quả mà Hess thu được cho thấy rằng đáy đại dương không hề trơn mượt và dấp dính bởi các lớp bùn cổ. Khắp nơi đều có những hào rãnh, hẻm núi, khe nứt và rải rác là những miệng núi lửa, ông gọi đó là guyot để tưởng nhớ một nhà địa chất học

tiền bối của Princeton là Arnold Guyot. Tất cả điều đó là một câu đố, nhưng Hess còn phải tham gia cuộc chiến nên đành xếp lại những suy nghĩ này.

Sau chiến tranh, Hess trở lại Princeton và bận bịu với công việc giảng dạy, nhưng những bí ẩn về đáy biển vẫn đeo bám ông. Trong khi đó, suốt những năm 1950, những người vẽ bản đồ đại dương đã tiến hành những nghiên cứu ngày càng phức tạp về đáy biển. Trong quá trình này, họ phát hiện ra một bất ngờ còn lớn hơn nữa: dãy núi hùng vĩ và kéo dài nhất của Trái Đất phần lớn lại nằm dưới biển. Nó tạo thành một con đường liên tục dọc các đáy biển trên thế giới, giống như đường lằn trên quả bóng tennis. Nếu bắt đầu từ Iceland và đi xuống phía nam, bạn có thể theo nó xuống tận trung tâm của Đại Tây Dương, xung quanh vùng lòng chảo châu Phi, ngang qua Ấn Độ Dương và Nam Hải rồi tiến vào Thái Bình Dương ngay bên dưới châu Úc; từ đây nó bẻ một góc cắt ngang Thái Bình Dương, kéo dài đến Baja California trước khi quay lên bờ Tây nước Mỹ và tới Alaska. Đôi khi những đỉnh cao của nó trồi lên mặt nước tạo thành một hòn đảo hoặc quần đảo – chẳng hạn quần đảo Azores và Canaries ở Đại Tây Dương, Hawaii ở Thái Bình Dương – nhưng đa phần nó chìm dưới hàng nghìn thước nước biển, không được biết đến và không bị hoài nghi. Nếu cộng mọi nhánh của dãy núi này lại, nó sẽ tạo thành một mạng lưới kéo dài tới 75.000km.

Đã có lúc, người ta biết chút ít về nó. Khi lắp đặt cáp dưới đáy biển vào thế kỷ XIX, dựa theo cách các đường cáp chạy, người ta nhận thấy có một loại núi ngầm dưới lòng Đại Tây Dương, nhưng tính liên tục và quy mô tổng thể của cả dãy núi vẫn là một bất ngờ lớn. Hơn nữa, nó chứa đựng những sự dị thường về mặt vật lý mà không thể lý giải được. Ngay bên dưới mặt biển Đại Tây Dương nhấp nhô là một khe núi – một vết nứt – rộng đến 20km và có tổng chiều dài lên đến 19.000km. Điều này dường như cho thấy vỏ Trái Đất đã tách ra tại các đường phân giới như một hạt đậu bung ra khỏi vỏ. Đây là một ý tưởng vô lý và hại não, nhưng bằng chứng thì không thể phủ nhận.

Sau đó, vào năm 1960, các mẫu từ phần lõi đã chỉ ra rằng đáy biển khá trẻ ở khu vực giữa Đại Tây Dương nhưng ngày càng già nếu di chuyển xa khu vực này về phía đông hoặc phía tây. Harry Hess đã xem xét vấn đề và nhận ra rằng chỉ có thể lý giải điều này bởi việc lớp vỏ đại dương mới hình thành ở một trong hai bên của vết nứt trung tâm, sau đó bị đẩy ra xa khi một lớp vỏ mới xuất hiện. Đáy Đại Tây Dương giống như hai băng tải lớn, một chiếc đưa lớp vỏ tới Bắc Mỹ, một chiếc đưa tới châu Âu. Đây được gọi là quá trình

mở rộng đáy biển.

Khi lớp vỏ đi tới cuối cuộc hành trình tại ranh giới với các châu lục, nó rơi trở lại Trái Đất trong một quá trình gọi là hút chìm[1]. Điều này lý giải về việc tất cả số trầm tích đã đi đâu. Chúng đã được trả lại lòng đất. Nó lý giải tại sao đáy đại dương ở mọi nơi lại tương đối trẻ. Không có nơi nào có độ tuổi già hơn 175 triệu năm, đây là một câu đố nữa vì các tảng đá trên các lục địa có độ tuổi hàng tỷ năm. Giờ đây, Hess có thể biết tại sao. Đá dưới biển chỉ tồn tại cho đến khi chúng bị đánh dạt vào bờ. Đây là một lý thuyết có thể giải thích nhiều điều. Hess đã phát triển các lập luận của mình trong một công trình quan trọng, song gần như bị cả thế giới bác bỏ. Đôi khi thế giới không sẵn sàng để đón nhận một ý tưởng hay.

---

[1] · Trong địa chất học, sự hút chìm là một quá trình diễn ra tại các ranh giới hội tụ mảng, tại đó một mảng chuyển động xuống bên dưới một mảng khác và chìm vào trong lớp phủ địa chất hay quyển manti (ND).

Trong khi đó, hai nhà nghiên cứu làm việc độc lập đã có những phát hiện đáng kinh ngạc khi tiếp cận một sự thật gây tò mò về lịch sử Trái Đất vốn đã được phát hiện trước đó vài thập kỷ. Vào năm 1906, một nhà vật lý người Pháp có tên Bernard Brunhes đã nhận thấy từ trường của Trái Đất thỉnh thoảng lại tự đảo ngược, và dấu vết của sự đảo ngược này được ghi lại vĩnh viễn trong những tảng đá nhất định vào thời điểm chúng ra đời. Cụ thể, các hạt quặng sắt nhỏ trong các tảng đá sẽ chỉ về bất cứ nơi nào có các cực nam châm tại thời điểm chúng hình thành, và sẽ giữ nguyên trạng khi các tảng đá nguội và cứng. Hệ quả là, chúng "ghi nhớ" các cực nam châm đã ở đâu khi chúng được tạo ra. Trong nhiều năm, điều này chỉ là một sự tò mò, nhưng vào những năm 1950, Patrick Blackett thuộc Đại học London và S. K. Runcorn thuộc Đại học Newcastle đã nghiên cứu các kiểu từ tính cổ đại trên các tảng đá của nước Anh, và kinh ngạc khi thấy rằng tại một thời điểm trong quá khứ xa xôi, nước Anh đã quay quanh trục của nó và di chuyển một đoạn về phía bắc, như thể vì lý do nào đó nó đã tuột ra khỏi mỏ neo của mình. Bên cạnh đó, họ cũng nhận thấy rằng nếu bản đồ từ tính của châu Âu đặt cạnh châu Mỹ trong cùng một giai đoạn, chúng khớp nhau như hai nửa của một lá thư bị xé đôi. Thật kì lạ, nhưng phát hiện của họ cũng bị lãng quên.

Cuối cùng, hai người đàn ông đến từ Đại học Cambridge, nhà địa chất học Drummond Matthews và nghiên cứu sinh Fred Vine, đã nối các sợi dây với nhau. Vào năm 1963, sử dụng các nghiên cứu về đáy Đại Tây Dương, họ đã chứng minh một cách đầy đủ rằng

đáy của các đại dương mở rộng theo cùng một cách mà Hess đã trình bày, và rằng các châu lục cũng đang chuyển động. Một nhà địa chất kém may mắn người Canada, Lawrence Morley, cũng đồng thời đưa ra kết luận này, nhưng không thể nào công bố nghiên cứu của mình. Biên tập viên của tờ *Journal of Geophysical Research* đã gửi ông những lời mà về sau đã khiến người phát ngôn ra nó xấu mặt: "Những suy đoán như vậy có thể mua vui trong một buổi tiệc, nhưng đó không phải là thứ có thể được xuất bản dưới sự che chở nghiêm cẩn của khoa học." Một nhà địa chất học về sau đã nhận định về sự kiện này như sau: "Có lẽ đây là công trình nghiên cứu tầm cỡ nhất trong ngành khoa học về Trái Đất từng bị từ chối xuất bản."

Sau tất cả, cuối cùng ý tưởng về sự chuyển động của vỏ Trái Đất cũng đã đến thời. Một hội nghị chuyên đề quy tụ những nhân vật quan trọng nhất trong lĩnh vực này đã được tổ chức tại London dưới sự bảo trợ của Hội Hoàng gia vào năm 1964. Điều bất ngờ là dường như tất cả họ đều là những con chiên cải đạo. Hội nghị chấp nhận rằng Trái Đất là một bức tranh của những phân mảnh liên kết lại với nhau, và sự xô đẩy lặng lẽ giữa các mảnh này có thể giải thích phần lớn những hoạt động của bề mặt Trái Đất.

Khái niệm "đại dương trôi dạt" bị loại bỏ tương đối nhanh khi người ta nhận ra rằng toàn bộ vỏ Trái Đất chuyển động chứ không chỉ riêng các lục địa, nhưng phải mất một thời gian để thống nhất tên gọi cho các phân mảnh riêng biệt. Đầu tiên, người ta gọi chúng là các "khối vỏ" hay "nền". Mãi cho đến năm 1968, khi một bài báo của ba nhà nghiên cứu địa chấn người Mỹ được đăng trên tạp chí *Journal of Geophysical Research*, các phân mảnh mới nhận cái tên được dùng cho tới nay: các mảng. Bài báo này cũng gọi tên ngành khoa học mới là kiến tạo mảng.

Những tư tưởng cũ thì khó mất đi và không phải ai cũng nhanh chóng đón nhận một học thuyết mới mẻ đầy thú vị. Cho đến tận những năm 1970, một trong những cuốn sách giáo khoa phổ biến và có tầm ảnh hưởng nhất, *The Earth* [tạm dịch: *Trái Đất*] do Harold Jeffreys khả kính viết, đã nhấn mạnh rằng kiến tạo mảng là một hiện tượng bất khả thi về mặt vật lý, không khác gì so với ấn bản đầu tiên của nó vào năm 1924. Lý thuyết kiến tạo mảng cũng bị đối xử thô bạo y hệt với sự đối lưu và sự mở rộng của đáy biển. Trong tác phẩm *Basin and Range* [tạm dịch: *Lòng chảo và Dãy núi*], được xuất bản vào năm 1980, John McPhee nhấn mạnh rằng cứ 8 nhà địa chất người Mỹ thì có một người vẫn không tin vào thuyết kiến tạo mảng.

Ngày nay, chúng ta biết rằng bề mặt Trái Đất gồm tám tới 12 mảng lớn (phụ thuộc vào việc bạn định nghĩa thế nào là lớn) và khoảng 20 mảng nhỏ hơn, chúng đều di chuyển theo những hướng khác nhau với tốc độ khác nhau. Một số mảng rộng và tương đối ít vận động, trong khi có những mảng nhỏ nhưng năng động hơn. Chúng chỉ có quan hệ ngẫu nhiên với khối đất bên trên. Chẳng hạn, mảng Bắc Mỹ rộng hơn rất nhiều so với châu lục gắn với nó. Nó vạch ra đường bao của bờ biển phía tây của châu lục này (đây là lý do khiến khu vực này thường xảy ra địa chấn, xuất phát từ những va chạm mảng), nhưng hoàn toàn bỏ qua bờ biển phía đông, và thay vào đó mở rộng đến giữa Đại Tây Dương. Iceland bị chia cắt ở giữa, khiến nó nằm trên một nửa mảng kiến tạo châu Mỹ và nửa mảng kiến tạo châu Âu. Trong khi đó, New Zealand là một phần của mảng Ấn Độ Dương rộng lớn, cho dù nó không hề nằm gần đại dương này. Điều tương tự xảy ra với phần lớn các mảng khác.

Sự kết nối giữa các lục địa hiện tại và quá khứ được chứng minh là phức tạp hơn nhiều so với khả năng tưởng tượng của bất cứ ai. Chẳng hạn, Kazakhstan đã từng gắn liền với Na Uy và New England. Một góc của đảo Staten từng thuộc châu Âu. Một phần của Newfoundland cũng vậy. Nhặt một viên sỏi từ bờ biển Massachusetts và họ hàng gần nhất của nó là ở châu Phi. Các cao nguyên Scotland và phần lớn vùng Scandinavi về cơ bản thuộc về châu Mỹ. Một phần dãy Shackleton của Antarctica được cho rằng từng thuộc dãy Appalachian ở miền đông nước Mỹ. Tóm lại, các viên đá đã chạy khắp thế giới.

Sự xáo trộn liên tục giữ cho các mảng không bị nung chảy thành một tấm bất động duy nhất. Hãy giả sử mọi thứ tiếp tục như hiện nay, Đại Tây Dương sẽ tiếp tục mở rộng cho đến khi nó lớn hơn Thái Bình Dương. Phần lớn California sẽ trôi dạt rồi trở thành một kiểu Madagascar của Thái Bình Dương. Châu Phi sẽ tiến lên phía bắc về phía châu Âu, khiến Địa Trung Hải biến mất và một dãy núi hùng vĩ như dãy Himalaya chạy từ Paris tới Calcutta. Châu Úc sẽ chiếm lĩnh các đảo nằm về phía bắc của nó và nối với châu Á bằng một vài eo đất. Đây là các kết quả trong tương lai, nhưng không phải là các sự kiện trong tương lai. Chúng đang diễn ra ngay lúc này. Khi chúng ta ngồi đây, các lục địa đang trôi như những chiếc lá trên mặt hồ. Nhờ hệ thống định vị toàn cầu, chúng ta có thể thấy châu Âu và Bắc Mỹ đang rời xa nhau bằng tốc độ mọc của cái móng tay – nghĩa là khoảng 2m cho một đời người. Nếu đợi đủ lâu, bạn có thể lái xe từ Los Angeles thẳng tới San Francisco. Chỉ vì sự hữu hạn của đời người mà chúng ta không được chiêm ngưỡng những thay đổi này. Những gì bạn nhìn thấy trên thế giới này

thực chất chỉ là hình ảnh của các châu lục đang tồn tại trong khoảng thời gian bằng một phần mười của 1% lịch sử Trái Đất.

Trái Đất là trường hợp duy nhất trong số các hành tinh đá có các mảng kiến tạo, và nguyên nhân của điều này thì có phần bí ẩn. Đây không đơn thuần là vấn đề kích thước hay mật độ – Sao Kim có thể xem là anh em song sinh của Trái Đất xét về những khía cạnh này, nhưng hoàn toàn không có các hoạt động kiến tạo mảng. Có thể vì chúng ta có đúng những nguyên liệu và cách thức khiến Trái Đất luôn phập phồng. Người ta nghĩ rằng – dù chỉ là một ý nghĩ – kiến tạo mảng là một phần sự sống hữu cơ của hành tinh này. Như nhà vật lý, nhà văn James Trefil đã nói, "thật khó mà tin rằng sự vận động không ngừng của các mảng kiến tạo không hề ảnh hưởng đến sự phát triển của sự sống trên Trái Đất." Ông cho rằng những thách thức do kiến tạo gây ra – chẳng hạn sự thay đổi về khí hậu – là một chất xúc tác đối với sự phát triển trí tuệ. Những người khác cho rằng việc các lục địa trôi dạt có thể đã gây ra ít nhất một vài lần tuyệt chủng hàng hoạt trên Trái Đất. Tháng Mười một năm 2002, Tony Dickson từ Đại học Cambridge đã đăng một bài viết trên tạp chí *Science*, trong đó nhấn mạnh khả năng tồn tại mối quan hệ giữa lịch sử các lớp đá và lịch sử sự sống. Dickson lập luận rằng cấu tạo hóa học của các đại dương trên thế giới đã thay đổi một cách nhanh chóng và đột ngột tại một số thời điểm trong suốt nửa tỷ năm qua, và rằng các thay đổi này tương quan với những sự kiện quan trọng trong lịch sử sinh vật học – chẳng hạn sự bùng nổ rầm rộ của những dạng sống nhỏ tạo ra các vách đá phấn ở bờ biển phía nam nước Anh, hay sự phát triển bất ngờ của hệ sinh vật biển có vỏ trong kỷ Cambri. Không ai có thể lý giải tại sao đôi lúc thành phần hóa học của các đại dương lại thay đổi ngoạn mục như vậy, song sự đóng và mở của các dãy núi trong lòng đại dương có thể rõ ràng là một thủ phạm.

Trong nhiều trường hợp, kiến tạo mảng không chỉ lý giải các hoạt động ở bề mặt Trái Đất – ví dụ vì sao loài sinh vật cổ *Hipparion* di chuyển từ Pháp tới Florida – mà còn lý giải nhiều hoạt động ở trong nó. Những trận động đất, sự hình thành các quần đảo, vị trí các ngọn núi, các kỷ băng hà và cả nguồn gốc của sự sống – khó có vấn đề nào không bị ảnh hưởng trực tiếp bởi học thuyết mới này. Như McPhee từng nhận xét, các nhà địa chất học đã tự cảm thấy choáng váng khi bỗng nhiên "cả thế giới bỗng trở nên sáng rõ".

Nhưng chỉ sáng rõ đến một mức nào đó. Sự phân bố của các châu lục trước đây khó lý giải thấu đáo hơn hẳn suy nghĩ của nhiều người không có chuyên môn về địa chất. Cho dù các cuốn sách giáo khoa trình bày có vẻ tự tin về các lục địa thời cổ đại với

những tên gọi như Laurasia, Gondwana, Rodinia và Pangaea, đôi khi chúng đều dựa trên các kết luận không mấy chắc chắn. Như George Gaylord Simpson nhận định trong cuốn *Fossils and the History of Life* [tạm dịch: *Hóa thạch và lịch sử sự sống*], các loài động thực vật của thế giới cổ đại có thói quen xuất hiện tùy tiện ở những nơi chúng không nên xuất hiện và vắng mặt ở những nơi lẽ ra chúng phải có mặt.

Phác thảo về Gondwana, siêu lục địa to lớn từng kết nối châu Úc, châu Phi, Nam Cực và Nam Mỹ chủ yếu dựa vào sự phân bố của một chi dương xỉ cổ đại có tên gọi *Glossopteris*, vốn đều được phát hiện ở những địa điểm thích hợp. Tuy vậy, rất lâu sau đó, *Glossopteris* cũng được phát hiện ở những phần khác của thế giới mà không hề có mối liên hệ nào với Gondwana. Những sai biệt nghiêm trọng kiểu này phần lớn đã – và vẫn đang – bị bỏ qua. Tương tự, một loài bò sát thuộc kỷ Trias có tên gọi lystrosaurus đã được tìm thấy ở khắp nơi từ Nam Cực cho tới châu Á, ủng hộ giả thuyết những lục địa này từng gắn liền với nhau. Song nó chưa bao giờ xuất hiện ở Nam Mỹ hay châu Úc, vốn được cho là từng thuộc cùng một lục địa.

Ngoài ra, có nhiều đặc điểm của bề mặt Trái Đất mà thuyết kiến tạo không thể lý giải. Ví dụ, ai cũng biết Denver cao hơn mực nước biển khoảng một dặm, nhưng nó mới được nâng lên độ cao này tương đối gần đây. Khi các loài khủng long chiếm lĩnh Trái Đất, Denver vẫn là một phần của một đáy đại dương nào đó, nghĩa là thấp hơn hiện nay hàng nghìn mét. Tuy vậy, các lớp đá phía dưới Denver lại không đứt gãy hay biến dạng trong khi lẽ ra nó phải như vậy nếu Denver từng được nâng lên bởi sự va chạm giữa các mảng; và dù thế nào, Denver cũng nằm quá xa các rìa mảng để có thể chịu ảnh hưởng từ sự vận động của chúng. Điều này giống như việc bạn đẩy một cạnh của tấm thảm thì khó mà nâng cao một nếp gấp ở phía đối diện. Qua hàng triệu năm, Denver ngày càng cao lên một cách bí ẩn. Điều tương tự cũng xảy ra với phần lớn miền nam châu Phi, một diện tích khoảng 1.600km chiều ngang của nó đã được nâng lên khoảng 500m trong vòng 100 triệu năm mà không liên quan gì tới hoạt động kiến tạo mảng. Trong khi đó, châu Úc đang có xu hướng nghiêng và chìm. Sau hàng trăm triệu năm, trong khi trôi dạt về phía châu Á, phần rìa của lục địa này đã chìm xuống khoảng 200m. Indonesia dường như cũng đang chìm dần và kéo theo cả Australia. Không có gì trong các lý thuyết kiến tạo mảng có thể lý giải được bất cứ hiện tượng nào trên đây.

Alfred Wegener không còn sống để thấy ngày các ý tưởng của

mình được xác minh. Trong một chuyến thám hiểm tới Greenland vào năm 1930, ông đã khởi hành một mình vào sinh nhật lần thứ 50 và không bao giờ trở lại. Vài ngày sau đó, ông được tìm thấy đã chết cóng trong băng tuyết. Người ta chôn cất ông tại đây, và tới nay nơi này đã gần Bắc Mỹ hơn 1m so với ngày ông qua đời.

Einstein cũng không sống đủ lâu để thấy rằng mình đã sai lầm. Ông mất tại Princeton, New Jersey, vào năm 1955, trước cả khi cuốn sách nhạo báng thuyết lục địa trôi dạt của Charles Hapgood được xuất bản.

Một nhân vật quan trọng khác đối với sự hình thành của thuyết kiến tạo, Harry Hess, vẫn đang ở Princeton vào thời điểm này và đã dành phần sự nghiệp còn lại của mình ở đây. Một trong những học trò của ông chính là nhà khoa học trẻ xuất sắc Walter Alvarez, người sau này sẽ thay đổi thế giới khoa học theo một cách khác biệt.

Đối với bản thân ngành địa chất, các trận đại hồng thủy của nó chỉ mới bắt đầu, và chàng trai trẻ Alvarez chính là người đã nhấn nút khởi động quá trình này.

PHẦN IV
HÀNH TINH NGUY HIỂM

Lịch sử của bất cứ phần nào của Trái Đất, giống như cuộc đời của một người lính, đều bao gồm những khoảng thời gian dài buồn tẻ và những khoảng thời gian ngắn khủng khiếp.

Derek V. Ager, nhà địa chất học người Anh

13
Bang!

Manson, bang Iowa từ lâu đã được biết đến là một vùng đất với rất nhiều điều lạ kỳ. Năm 1912, một người đàn ông trong khi khoan giếng cho đường cung cấp nước trong thị trấn đã phát hiện nhiều tảng đá biến dạng – "những mảnh đá kết tinh với chất nền tan chảy"[1] và "dăm kết trầm tích", như một báo cáo sau đó đã ghi lại. Nước ở vùng này cũng rất kỳ lạ, nó dịu như nước mưa. Chưa từng có thứ nước mềm[2] tự nhiên như thế được thấy ở Iowa trước đó.

---

1. *Nguyên văn: melt matrix. (ND)*

2. *Nước không chứa muối canxi và magiê. (ND)*

Mặc dù hiện tượng đá lạ và nước mềm ở Manson gây ra nhiều sự hiếu kỳ, nhưng phải đến 41 năm sau, một nhóm nghiên cứu thuộc Đại học Iowa mới tới thị sát vùng này, lúc bấy giờ chỉ là một thị trấn 2.000 dân nằm ở phía tây bắc của tiểu bang. Năm 1953, sau nhiều thí nghiệm, các nhà địa chất mới có câu trả lời, nguyên nhân của biến dạng địa tầng là do hoạt động chưa được xác định của các núi lửa cổ. Kết luận này có thể làm hài lòng mọi người, nhưng từ góc độ địa chất thì chưa đủ.

Sự tổn thương trong lòng đất ở Manson đã không đến từ Trái Đất mà từ một nơi cách xa chúng ta ít nhất một trăm triệu dặm. Vào thời cổ đại, khi Manson vẫn còn nằm bên rìa của một bờ biển nông, một thiên thạch có đường kính khoảng một dặm rưỡi, nặng 10 tỷ tấn và bay với vận tốc của âm thanh đã rạch ngang bầu khí quyển, lao thẳng vào Trái Đất với một lực lớn và bất ngờ đến mức khó tưởng tượng, tạo thành một lỗ sâu ba dặm và rộng 20 dặm. Vùng đá vôi tạo nước khoáng cứng cho Iowa đã bị xóa sạch và thay thế bởi các mảnh vụn đá ngầm bị xô lệch, loại đá mà người thợ đào đường nước đã phát hiện vào năm 1912.

Vụ va chạm Manson là tác động địa chất lớn nhất từng xảy ra trên lục địa của Mỹ. Nó lớn chưa từng có, theo mọi nghĩa. Hố va chạm mà nó để lại rộng đến nỗi nếu đứng ở rìa bên này, bạn chỉ có thể thấy được rìa bên kia trong những ngày đẹp trời. So với nó thì hẻm núi Grand Canyon chẳng nhằm nhò gì. Nhưng thật không may cho những người yêu khung cảnh hùng vĩ này, sau 2,5 triệu năm, những tảng băng trôi đã lấp đầy miệng hố Manson và mài mòn nó, đến nỗi ngày nay cảnh quan ở Manson và nhiều dặm xung quanh phẳng như một mặt bàn. Đó cũng là lý do giờ đây chúng ta không còn được nghe nhiều về hố Manson.

Tại các thư viện ở Manson, họ sẽ rất vui mừng cho bạn xem các bài báo cũng như các mẫu vật trong chương trình khoan cắt năm 1991-1992 – chỉ khi bạn yêu cầu. Không còn gì để trưng bày và cũng không có một dấu vết lịch sử nào về vụ va chạm còn lại trong thị trấn này.

Đối với hầu hết người dân ở Manson, biến cố lớn nhất từng xảy ra với họ là cơn lốc xoáy đã phá nát khu vực sầm uất Phố Main vào năm 1979. Một trong những thuận lợi của địa hình bằng phẳng là bạn có thể nhìn thấy trước hiểm nguy từ một khoảng cách khá xa. Toàn bộ thị trấn tại đầu bên kia Phố Main có cả nửa giờ đứng nhìn cơn lốc tiến về phía họ, với hy vọng nó sẽ chuyển hướng, rồi sau đó nhốn nháo hoảng loạn khi nó "quyết không đổi ý". Bốn người trong số họ đã chạy không đủ nhanh và thiệt mạng trong cơn bão.

Ngày nay vào tháng 6, ở Manson, người ta vẫn tổ chức tưởng nhớ sự kiện này suốt cả tuần lễ. Tuần Miệng Hố này được tổ chức để giúp mọi người quên đi ký ức không vui trong quá khứ, chứ tuyệt đối không liên quan đến miệng hố va chạm. Người ta đã thôi không nhớ đến một vùng không còn tồn tại.

"Thỉnh thoảng cũng có những vị khách muốn đến xem miệng hố lớn, chúng tôi phải cho họ biết chẳng còn gì để xem cả," Anna Schlapkohl, một thủ thư thân thiện của thị trấn cho biết. "Họ vẫn đi và rồi thất vọng trở về." Tuy nhiên, hầu hết mọi người, kể cả người dân Iowa, không biết gì về núi miệng hố Manson, ngay cả những nhà địa chất cũng hiếm khi cho nó dù chỉ một dòng chú thích. Nhưng ở một giai đoạn ngắn ngủi trong những năm 1980, Manson đã từng là một vùng địa chất sôi động.

Câu chuyện bắt đầu từ những năm 1950, khi một nhà địa chất trẻ là Eugene Shoemaker ghé thăm miệng hố lớn Meteor ở Arizona. Ngày nay, Meteor là một hố va chạm nổi tiếng thế giới và cũng là một địa điểm du lịch. Tuy nhiên, vào những năm đó rất ít người biết đến Meteor và nó vẫn được gọi là miệng núi lửa Barringer, sau khi kỹ sư mỏ giàu có Daniel M. Barringer đặt cược gia tài của mình vào đây vào năm 1903. Ông cho rằng miệng núi lửa này được tạo ra bởi một thiên thạch nặng 10 triệu tấn chứa cả sắt và niken, và ông sẽ kiếm được bộn tiền nhờ đào bới nó. Không nghĩ ra được việc các thiên thạch và tất cả thành phần của chúng sẽ mất đi khi gặp tác động, Barringer đầu tư toàn bộ tiền của và bỏ 26 năm tiếp theo để đào các đường hầm mà không thu được gì.

Nói không quá thì so với tiêu chuẩn ngày nay, những nghiên cứu về miệng núi lửa vào đầu những năm 1900 chỉ là trò vặt vãnh. Nhà nghiên cứu hàng đầu thời đó, G. K. Gilbert của Đại học Columbia, đã mô phỏng các va chạm vũ trụ bằng cách ném bi vào những chảo bột yến mạch. (Vì những lý do mà tôi không hiểu được, ông không thực hiện chúng trong phòng thí nghiệm đại học mà trong phòng khách sạn.) Tuy nhiên, từ những thí nghiệm này Gilbert kết luận rằng các hố trên mặt trăng được tạo ra từ những va chạm – một phát hiện mới mẻ vào thời đó – còn những hố trên Trái Đất thì không. Hầu hết các nhà khoa học không đồng tình với kết luận này. Theo họ, các hố trên mặt trăng chính là dấu vết của các núi lửa cổ không hơn không kém. Còn các hố vẫn được nhìn thấy trên Trái Đất ngày nay (đa số đã bị bào mòn), nhìn chung là do những nguyên nhân khác hay những biến đổi địa chất bất thường.

Trước khi Shoemaker tới đây, người ta tin hố Meteor được hình

thành sau một vụ nổ hơi ngầm. Shoemaker không biết gì về vụ nổ hơi này – làm sao ông biết được khi chúng vốn chẳng hề tồn tại – nhưng ông biết về các khu vực gây nổ. Một trong những công việc đầu tiên ông làm sau khi rời trường đại học là nghiên cứu vành đai núi lửa tại điểm thử hạt nhân Bình địa Yucca ở Nevada. Ông cũng kết luận giống như Barringer rằng không có dấu vết nào của hoạt động núi lửa tại miệng hố Meteor, nhưng có vô số dấu vết khác – chủ yếu là silicat và quặng sắt từ – chứng tỏ rằng từng có một vụ va chạm thiên thạch.

Cùng với đồng nghiệp là Eleanor Helin, sau đó là vợ ông, Carolyn và cộng sự David Levy, Shoemaker bắt đầu nghiên cứu kỹ lưỡng hệ Mặt Trời. Họ dành một tuần mỗi tháng ở đài thiên văn Palomar, California để tìm kiếm những đối tượng, chủ yếu là các tiểu hành tinh, có đường đi băng qua quỹ đạo Trái Đất.

Shoemaker kể lại trong một chương trình truyền hình rằng: "Khi chúng tôi bắt đầu, chỉ có khoảng hơn một chục đối tượng như vậy được phát hiện ở tất cả các đài thiên văn. Các nhà thiên văn học thế kỷ XX dường như đã bỏ quên hệ Mặt Trời mà chỉ quan tâm đến các ngôi sao và các thiên hà."

Shoemaker và cộng sự phát hiện rằng vũ trụ còn chứa đựng nhiều nguy cơ hơn những gì người ta vẫn tưởng.

* * *

Các tiểu hành tinh, như hầu hết mọi người đều biết, là những kết cấu đá có quỹ đạo thuộc một hệ thống lỏng lẻo trên vành đai giữa sao Hỏa và sao Mộc. Chúng thường được minh họa như một mớ bòng bong, nhưng trên thực tế hệ Mặt Trời khá rộng và các tiểu hành tinh trung bình sẽ cách xa hàng xóm của mình khoảng 1,5 triệu kilômét. Không ai tính được chính xác có bao nhiêu tiểu hành tinh trong hệ Mặt Trời nhưng có lẽ là không dưới một tỷ. Chúng đáng lẽ đã hợp thành một hành tinh, nếu như không có lực kéo của sao Mộc, vốn đã và đang khiến các tiểu hành tinh không hợp nhất được.

Những năm 1800, khi các tiểu hành tinh bắt đầu được tìm kiếm – tiểu hành tinh đầu tiên được phát hiện vào ngày đầu tiên của thế kỷ này bởi một người Sicily tên là Giuseppi Piazzi – người ta cho rằng chúng là các hành tinh và đặt tên chúng là Ceres và Pallas. Sau đó, nhà thiên văn William Herschel đã phát hiện rằng chúng có kích cỡ nhỏ hơn một hành tinh rất nhiều, nên ông gọi chúng là asteroid – trong tiếng Latin có nghĩa là hình ngôi sao – dù chúng

không hề giống các ngôi sao chút nào. Ngày nay, chúng được gọi với cái tên chính xác hơn là các tiểu hành tinh.

Việc tìm kiếm các tiểu hành tinh trở thành một hoạt động khoa học tiêu biểu của thế kỷ XIX, và đến cuối thế kỷ này đã có khoảng 1.000 tiểu hành tinh được phát hiện. Vấn đề là không có ai ghi lại chúng một cách hệ thống. Đầu thế kỷ XX, khi một tiểu hành tinh xuất hiện, người ta thường không chắc liệu nó vừa mới được tìm thấy hay chỉ là một đối tượng đã được phát hiện và mất dấu trước đó. Cũng vào thời điểm này, vật lý thiên văn đã tiến triển đến mức ít có nhà thiên văn nào muốn cống hiến cả cuộc đời cho những đối tượng trần tục như các tiểu hành tinh bằng đá. Chỉ còn một số người, nổi bật trong đó là nhà thiên văn học gốc Hà Lan, Gerard Kuiper, tên ông được đặt cho vành đai sao chổi Kuiper, vẫn giữ được hứng thú với hệ Mặt Trời. Từ những nghiên cứu của ông tại Đài Thiên văn McDonald ở Texas, sau đó nhờ những nhà khoa học tại Trung tâm Nghiên cứu Tiểu hành tinh tại Cincinnati và Dự án Nghiên cứu Vũ trụ ở Arizona, một danh sách dài các tiểu hành tinh đã mất dần được khôi phục – tới cuối thế kỷ XX chỉ còn một tiểu hành tinh duy nhất chưa được thấy lại, nó được gọi là 719 Albert. Lần cuối cùng người ta nhìn thấy nó là tháng 10 năm 1911, sau đó đến năm 2000, tiểu hành tinh này mới được ghi nhận là xuất hiện lại sau 89 năm.

Như vậy, trong công cuộc nghiên cứu các tiểu hành tinh thì cả thế kỷ XX thực chất là một màn khởi động dài. Chỉ gần đây các nhà thiên văn học mới bắt đầu ghi lại và chú ý đến hệ thống các tiểu hành tinh còn sót lại. Tính đến tháng 7 năm 2001, có tất cả 26.000 tiểu hành tinh đã được phát hiện và đặt tên, một nửa trong số đó được tìm ra vào hai năm gần nhất. So với số hàng tỷ đối tượng, rõ ràng việc xác định các tiểu hành tinh mới chỉ bắt đầu.

Theo một cách nào đó, sự chậm trễ này cũng không quan trọng lắm vì việc xác định một tiểu hành tinh cũng không giúp nó được an toàn. Ngay cả khi mọi tiểu hành tinh trong hệ Mặt Trời đều đã được đặt tên và xác định quỹ đạo, không ai có thể dự đoán được sự tác động nào sẽ khiến một trong số chúng đổi hướng và bay vút về phía chúng ta. Con người thậm chí không thể dự đoán được sự biến đổi địa chất trên chính Trái Đất, nên tốt nhất hãy cứ để những tảng đá đó trôi trong không gian và đừng cố dự báo những gì chúng có thể gây ra. Vì tất cả những tiểu hành tinh đã được con người đặt tên ngoài kia chắc sẽ không có một cái tên khác được.

Hãy xem quỹ đạo của Trái Đất như một con đường cao tốc mà trên

đó chúng ta là phương tiện duy nhất, nhưng thỉnh thoảng chúng ta lại bị cắt ngang bởi những khách bộ hành chẳng thèm nhìn trước ngó sau. Ít nhất 90% trong số họ hoàn toàn xa lạ với chúng ta. Ta không biết họ sống ở đâu, sinh hoạt theo múi giờ nào và khi nào họ sẽ đi ngang đường ta. Tất cả những gì ta có thể biết là vào bất kỳ thời điểm không thể báo trước nào đó, họ có thể cắt ngay con đường mà chúng ta đang đi với vận tốc 100.000km/giờ. Như Steven Ostro ở đài quan sát Jet Propulsion ví von, "nếu chúng ta có thể bấm nút để thắp sáng tất cả các tiểu hành tinh có đường kính hơn 10 mét đang bay qua Trái Đất, sẽ có khoảng hơn 100 triệu đốm sáng như vậy trên bầu trời." Tóm lại, bạn sẽ thấy không chỉ vài nghìn ngôi sao lấp lánh phía xa, mà là hàng triệu triệu đối tượng đang tới gần – "có thể thấy chúng di chuyển trên bầu trời với các hướng và vận tốc khác nhau nhưng tất cả đều có khả năng lao vào Trái Đất. Cảnh tượng này có thể khiến bạn cảm thấy sợ hãi vô cùng." Nhưng dù sao, bạn cũng đừng mất bình tĩnh, vì thực tế thì chúng ta không thể nhìn thấy chúng.

Dựa trên phép ngoại suy từ tỷ lệ hố va chạm trên mặt trăng, người ta tính rằng có khoảng 2.000 tiểu hành tinh đủ lớn để đe dọa Trái Đất thường bay ngang qua quỹ đạo của chúng ta. Tuy nhiên, các tiểu hành tinh với kích cỡ nhỏ hơn – bằng một ngôi nhà chẳng hạn – cũng có thể tàn phá cả một thành phố. Số lượng những mảnh vụn có quỹ đạo qua Trái Đất là khoảng hàng trăm nghìn đến hàng triệu, và ta không thể nào theo dõi chúng.

Đối tượng đầu tiên được phát hiện vào năm 1991, chỉ sau khi nó đã bay qua chúng ta. Có tên là BA 1991, tiểu hành tinh này được phát hiện khi đã bay xa Trái Đất 170.000km – theo cách lý giải của vũ trụ học thì giống như một viên đạn xuyên qua ống tay áo mà không chạm vào cơ thể. Ba năm sau, một tiểu hành tinh khác lớn hơn cũng bay sượt qua và cách Trái Đất 104.000km – khoảng cách gần nhất từng được ghi nhận. Tiểu hành tinh này chỉ được phát hiện khi đã đi qua chúng ta và cũng xuất hiện mà không hề báo trước. Theo Timothy Ferris ở tờ *New Yorker*, những tiểu hành tinh bay qua với khoảng cách rất gần như vậy xảy ra từ hai đến ba lần một tuần nhưng không hề được phát hiện.

Không thể phát hiện một vật thể có đường kính khoảng 100m bằng những kính viễn vọng đặt trên Trái Đất cho đến khi nó chỉ còn cách chúng ta một vài ngày, đó là trong trường hợp các kính viễn vọng chuyên nghiệp tập trung quan sát. Nhưng điều này khó có thể thực hiện vì số lượng những người theo dõi các tiểu hành tinh thời đó có lẽ chỉ bằng số nhân viên trong một cửa hàng McDonald's trung bình. (Ngày nay thì có thể cao hơn. Nhưng

không hơn nhiều.)

Trong khi Gene Shoemaker cố cảnh báo mọi người về những nguy cơ trong hệ Mặt Trời, thì một nghiên cứu khác – xét về bề ngoài thì hoàn toàn không liên quan – được âm thầm tiến hành ở Ý bởi một nhà địa chất từ Phòng thí nghiệm Lamont Doherty, Đại học Columbia. Đầu thập kỷ 1970, Walter Alvarez đang làm nghiên cứu thực địa tại hẻm núi Bottaccione Goerge, gần thị trấn Umbrian ở vùng Gubbio, khi ông phát hiện một phiến đất sét đỏ ngăn cách hai lớp đá vôi cổ đại – một từ kỷ Phấn trắng, một từ kỷ Đệ tam. Đây là thời điểm được biết đến với tên gọi ranh giới KT[1], có niên đại khoảng 65 triệu năm trước, khi khủng long và một nửa thế giới động vật đột nhiên biến mất khỏi các hóa thạch. Avelrez phân vân điều gì trong một phiến trầm tích chỉ dày 6mm này có thể giải thích cho một thời kỳ đầy biến động của lịch sử Trái Đất.

---

1. Một số nguồn tài liệu có thể gọi là Ranh giới C-T. Tuy nhiên, chữ C thường được dùng để chỉ kỷ Cambri. Chữ K ở đây vốn là từ Kreta trong tiếng Hy Lạp hoặc Kreide trong tiếng Đức. Cả hai đều mang nghĩa là Phấn trắng hoặc Cretaceous trong tiếng Anh.

Vào thời điểm đó, tất cả những gì con người biết về khủng long không hơn gì so với thời kỳ Charles Lyell một thế kỷ trước đó. Đó là, loài khủng long đã bị tuyệt chủng từ hàng triệu năm trước. Nhưng độ dày của phiến đất sét cho thấy rõ ràng rằng ở Umbria đã từng xảy ra một thay đổi vô cùng đột ngột, chỉ có điều vào những năm 1970, không có cuộc xét nghiệm nào được thực hiện nhằm xác định xem một trầm tích như vậy mất bao lâu để hình thành.

Thật may mắn vì Alvarez đã không đầu hàng, ông đã cầu cứu cha mình – Luis Alvarez, một nhà vật lý hạt nhân nổi tiếng từng được trao giải Nobel. Alvarez cha luôn không tán thành đam mê của con trai mình với địa chất, tuy nhiên vấn đề này lại hấp dẫn ông. Ông cho rằng câu trả lời có thể nằm ở bụi không gian.

Hằng năm, Trái Đất tích tụ khoảng 30.000 tấn "khối cầu vũ trụ" – nói một cách dễ hiểu là bụi không gian – những thứ bạn chỉ có thể thấy khi chúng được vun thành một đống, nhưng sẽ không thấy khi chúng bay rải rác khắp vũ trụ. Chúng chứa các hạt iriđi [iridium], nguyên tố có nhiều trong không gian gấp vài nghìn lần trong vỏ Trái Đất (bởi hầu hết các iriđi trên Trái Đất đã chìm xuống lõi hành tinh từ thuở sơ khai).

Một đồng nghiệp của Luis Alvarez ở Phòng Thí nghiệm Lawrence Berkeley, bang California, Frank Asaro, đã phát triển kỹ thuật đo lường chính xác thành phần hóa học của đất sét bằng một quá trình gọi là phân tích neutron hoạt hóa. Ông dùng neutron bắn phá các mẫu vật trong một lò phản ứng hạt nhân nhỏ và cẩn thận tính số tia gamma phát ra. Đây là một phương pháp vô cùng khó khăn mà trước đó Asaro đã từng sử dụng để phân tích các mảnh gốm. Dựa trên nghiên cứu này, Alvarez lập luận rằng nếu họ định lượng được một trong các yếu tố ngoại lai trong mẫu đất của con trai ông và so sánh nó với tốc độ lắng đọng hằng năm, thì họ sẽ tính được mẫu vật đó đã mất bao lâu để hình thành. Một buổi chiều tháng 10 năm 1977, cha con Luis và Walter Alvarez ghé thăm Asaro và nhờ ông tiến hành các thí nghiệm cần thiết.

Đây là một đề nghị khá táo bạo. Nói cách khác, họ muốn Asaro dành nhiều tháng để thực hiện các phép đo địa chất phức tạp chỉ nhằm xác nhận một điều hiển nhiên, phiến đất sét được hình thành trong thời gian rất ngắn. Chắc chắn chẳng ai ngờ được rằng nghiên cứu này lại đơm hoa kết trái.

“Họ rất dễ ưa và đã thuyết phục được tôi”, Asaro kể lại trong một cuộc phỏng vấn vào năm 2002. “Tôi đã đồng ý với thử thách thú vị đó, nhưng do còn quá nhiều việc cần làm nên phải đến tám tháng sau tôi mới bắt tay thực hiện được.” Ông đã ghi chép cụ thể về giai đoạn này. “Vào lúc 13 giờ 45 phút ngày 21 tháng 6, chúng tôi đặt một mẫu thử vào máy dò. Sau khi máy chạy được 224 phút, chúng tôi dừng máy để xem kết quả.”

Kết quả bất ngờ đến nỗi cả ba nhà khoa học nghĩ rằng họ nhầm. Hàm lượng iriđi trong mẫu của Alvarez nhiều gấp 300 lần mức bình thường. Trong các tháng tiếp theo, Asaro và đồng nghiệp Helen Michel đã làm việc không nghỉ suốt 30 giờ để phân tích mẫu vật (như chính Asaro đã chia sẻ: “Khi đã bắt đầu, bạn sẽ không thể dừng lại”) và chúng luôn cho ra kết quả giống nhau.

Các thí nghiệm với các mẫu vật khác – từ Đan Mạch, Tây Ban Nha, Pháp, New Zealand, Nam Cực – đều chỉ ra rằng quặng iriđi có trên toàn thế giới có tỷ lệ cao, đôi khi hơn mức thông thường đến 500 lần. Rõ ràng là có một điều gì đó lớn lao và đột ngột, có thể là một trận đại hồng thủy, đã gây ra sự tăng vọt này.

Sau rất nhiều cân nhắc, cha con Alvarez đã đưa ra một giải thích hợp lý nhất – từ mọi góc độ – rằng Trái Đất đã va chạm với một tiểu hành tinh hoặc sao chổi. Từ trước tới nay, người ta vẫn luôn bàn về khả năng Trái Đất có thể là nạn nhân của những cú va

chạm hủy diệt. Trở lại năm 1942, một nhà vật lý thiên văn ở Đại học Northwestern là Ralph B. Baldwin đã đề cập khả năng này trên tạp chí *Popular Astronomy* (bởi không có nhà xuất bản học thuật nào sẵn sàng in bài báo này). Có ít nhất hai nhà khoa học nổi tiếng, nhà thiên văn học Ernst Öpik và nhà hóa học đạt giải Nobel, Harold Urey, nhiều lần lên tiếng ủng hộ quan điểm này. Ngay trong cộng đồng cổ sinh vật học cũng tồn tại quan điểm này. Năm 1956, một giáo sư của Đại học Oregon, M. W. De Laubenfels, trong một bài viết trên tờ *Journal of Paleontology*, dường như đã tiên liệu được thuyết của Alvarez khi cho rằng loài khủng long có thể đã bị giáng cú đòn tuyệt diệt từ vũ trụ, và trong năm 1970, Chủ tịch Hội cổ sinh vật học Mỹ, Dewey J. McLaren, đã đề xuất tại hội nghị thường niên của hội này về khả năng một tác động ngoài Trái Đất đã gây ra sự kiện được biết đến với tên gọi là nạn tuyệt chủng Frasnian.

Để nhấn mạnh tính thực tế của quan điểm này, một hãng phim Hollywood đã sản xuất một bộ phim có tên *Meteor* [tạm dịch: *Sao băng*] vào năm 1979, (nó rộng tới 5 dặm… bay với vận tốc 30.000 dặm một giờ – và không có nơi nào để trú ẩn!) với sự tham gia của các diễn viên Henry Fonda, Natalie Wood, Karl Malden, và tất nhiên là cả một khối đá khổng lồ.

Do vậy, vào tuần đầu tiên của năm 1980, khi Hiệp hội vì sự Tiến bộ Khoa học Hoa Kỳ tổ chức một cuộc họp, Alvarez công bố giả thuyết rằng việc loài khủng long tuyệt chủng không phải là một quá trình diễn ra trong hàng triệu năm mà chỉ gói gọn trong một vụ nổ bất ngờ, điều này lẽ ra đã không gây bất ngờ gì đối với các thành viên.

Nhưng nó quả thật đã gây chấn động. Giả thuyết này được đón nhận ở khắp nơi, chỉ trừ trong giới cổ sinh học thì nó bị xem là một sự sỉ nhục ngỗ nghịch.

Asaro nhớ lại: “Chúng tôi hoàn toàn là những kẻ nghiệp dư trong lĩnh vực này. Walter là nhà địa chất chuyên về cổ từ học, Luis là nhà vật lý còn tôi là nhà hóa học hạt nhân. Chúng tôi tuyên bố với các nhà cổ sinh vật học rằng chúng tôi đã giải quyết được vấn đề mà họ chịu thua trong suốt hơn một thế kỷ. Chẳng có gì đáng ngạc nhiên khi họ không chấp nhận nó ngay được.” Luis Alvarez còn hài hước so sánh: “Cứ như là chúng tôi bị tóm khi đang hành nghề địa chất không giấy phép vậy.”

Tuy nhiên, có rất nhiều chuyện để nói về thuyết va chạm. Ngay từ thời Lyell, người ta đã có một niềm tin bất diệt rằng các quá trình

trên mặt đất phải diễn ra từng bước. Đến thập kỷ 1980, thuyết va chạm đã lỗi thời đến mức chẳng ai còn nghĩ đến. Với các nhà địa chất, ý tưởng về một vụ va chạm khủng khiếp, như Eugene Shoemaker ghi lại là, "chống lại tôn giáo khoa học của họ".

Việc Luis Alvarez công khai tỏ ra khinh thường các nhà cổ sinh vật học và những đóng góp của họ cũng không giải quyết được việc gì. "Thực sự mà nói, họ chẳng giống các nhà khoa học chút nào. Họ giống những người sưu tầm tem hơn," ông công kích trên tờ *New York Times*.

Những người phản đối thuyết Alvarez nghĩ ra nhiều giải thích khác về quặng iriđi – ví dụ việc chúng được hình thành do núi lửa phun trào kéo dài ở một vùng thuộc Ấn Độ, hay còn gọi là khu vực Deccan Traps. ("trap" nghĩa là một loại nham thạch trong tiếng Thụy Điển, "Deccan" là tên của khu vực này) – và trên hết, họ nhấn mạnh rằng theo những hồ sơ hóa thạch tại ranh giới iriđi, không chứng cứ nào cho thấy rằng loài khủng long đã biến mất đột ngột khỏi Trái Đất. Một trong những người phản đối mạnh mẽ nhất là Charles Officer đến từ Đại học Dartmouth. Mặc dù không có bằng chứng cụ thể, ông vẫn kiên quyết khẳng định lượng iriđi lắng đọng là do hoạt động của núi lửa. Cuối năm 1988, trong một cuộc khảo sát, hơn một nửa các nhà cổ sinh vật học Mỹ vẫn cho rằng sự tuyệt chủng của khủng long không liên quan gì đến sự va chạm với các tiểu hành tinh.

Cha con Alvarez dù sao cũng thiếu thứ họ cần để chứng minh thuyết của mình – chính là một vùng va chạm. Lẽ ra họ nên gặp Eugene Shoemaker. Con dâu của Shoemaker giảng dạy tại Đại học Iowa – và ông đã biết đến Miệng hố Manson trong những nghiên cứu của chính mình. Nhờ có ông, giới nghiên cứu bắt đầu hướng về Iowa.

* * *

Địa chất luôn thay đổi theo vùng. Ở một nơi bằng phẳng và có địa tầng ổn định như Iowa, địa chất cũng có xu hướng ổn định. Tại đây không có những đỉnh núi cao hoặc sông băng, không có mỏ dầu hoặc quý kim hay bất cứ dấu hiệu nào khác về một dòng nham thạch. Nếu làm địa chất ở Iowa, công việc chủ yếu của bạn là đánh giá kế hoạch quản lý phân bón, tài liệu mà những hộ khai thác động vật của tiểu bang – hay ta còn gọi là những người nuôi heo – phải nộp định kỳ. Có đến 15 triệu con heo ở Iowa, vì vậy có rất nhiều chất thải cần quản lý. Tôi không hề có ý chế giễu công việc này, nó rất quan trọng để bảo đảm nguồn nước sạch cho Iowa.

Tuy nhiên, nó không phải là công việc nghiên cứu cách tránh bom nham thạch trên núi Pinatubo hay đào bới ở các khe nứt trên những dải băng Greenland để tìm thạch anh mang nguồn sống từ thời cổ đại. Nói như vậy để chúng ta có thể hình dung niềm vui sướng vô bờ chảy qua Sở Tài nguyên Iowa khi giữa thập kỷ 1980, cả thế giới địa chất hướng về Manson và miệng hố lớn trên nó.

Hội trường Trowbridge ở thành phố Iowa là một tòa nhà gạch đỏ lâu đời, nơi đặt văn phòng của Phòng Khoa học Trái Đất, Đại học Iowa – trên tầng áp mái là nơi làm việc của các nhà địa chất Sở Tài nguyên Iowa. Không ai có thể nhớ khi nào và tại sao người ta lại phân cho các nhà địa chất nơi này, nhưng có vẻ như nó được chấp nhận một cách miễn cưỡng, vì văn phòng thì chật hẹp với trần thấp và lại rất khó tìm. Khi được chỉ đường đến đây, chắc chắn bạn sẽ tưởng tượng rằng mình phải đi trên gờ mái và vào bằng lối cửa sổ.

Ray Anderson và Brian Witzke làm việc ở đây giữa cả núi giấy tờ, tạp chí, các cuộn bảng biểu và những mẫu đá nặng trịch. (Các nhà địa chất không bao giờ thiếu chặn giấy.) Trong không gian đó, nếu muốn tìm thứ gì – ghế, cốc cà phê, hoặc điện thoại đang đổ chuông – bạn cũng phải bới giữa hàng đống tài liệu xung quanh.

“Đột nhiên chúng tôi lại trở thành tâm điểm chú ý, đó là một khoảng thời gian tuyệt vời,” mắt Anderson lấp lánh niềm vui khi tôi gặp ông và Witzke trong văn phòng vào một buổi sáng mưa tháng 6 ảm đạm.

Khi tôi hỏi họ về Eugene Shoemaker, Witzke cho hay: “Đó là một người đàn ông tuyệt vời mà nếu không có ông, toàn bộ vấn đề sẽ không bao giờ sáng tỏ. Ngay cả với sự trợ giúp của ông, chúng tôi cũng mất hai năm để tiến hành. Việc khoan đục rất đắt đỏ với giá khoảng 35 đô-la cho 1ft vào thời đó, bây giờ còn đắt hơn, mà chúng tôi thì phải khoan đến 3.000ft.”

“Đôi khi còn sâu hơn ấy chứ,” Anderson tiếp lời.

“Đúng vậy. Khoan sâu hơn, tại một số điểm. Vì thế chúng tôi cần rất nhiều tiền, chắc chắn là vượt xa ngân sách cho phép,” Witzke xác nhận.

Do đó, Hội Khảo sát địa chất Iowa đã hợp tác với Hội Khảo sát địa chất Mỹ. “Ít nhất thì chúng tôi đã nghĩ nó là một sự hợp tác,” Anderson mỉm cười cay đắng.

“Đó là một bài học đắt giá cho chúng tôi. Trong giai đoạn đó, có rất

nhiều kết luận khoa học được vội vàng đưa ra", Witzke nói. Một trong số những sự kiện đó là trong cuộc họp thường niên của Hội Địa lý Hoa Kỳ năm 1985, khi Glenn Izett và C. L. Pillmore của Ban Khảo sát Địa chất thông báo rằng miệng núi lửa Manson có liên quan đến sự tuyệt chủng của loài khủng long. Thông báo này nhanh chóng thu hút sự chú ý của báo giới nhưng rất tiếc lại chết yểu vì rất nhanh sau đó, các nghiên cứu kỹ lưỡng chứng minh miệng Manson không chỉ quá nhỏ, mà còn được tạo ra trước đó cả chín triệu năm.

Anderson và Witzke khi đi dự hội thảo ở Nam Dakota, thấy mọi người nhìn mình bằng ánh mắt cảm thông: "Nghe nói các anh mất cái miệng núi lửa ấy rồi." Lúc đó, họ mới được biết rằng Izett và những nhà khoa học của Hội Vật lý Hoa Kỳ đã chứng minh rằng Manson hoàn toàn không thể là miệng núi lửa của sự tuyệt chủng.

"Thật là choáng váng," Anderson nghĩ lại, "chúng tôi đã nghĩ rằng đó chính là vùng va chạm, nhưng rồi tất cả vụt mất. Điều tệ hơn là bạn phải thấy rằng những người mà bạn từng xem là cộng sự lại không mảy may ủng hộ bạn."

"Tại sao không?"

Ông nhún vai. "Ai mà biết được? Dù sao tôi cũng nhận ra khoa học sẽ trở nên khắc nghiệt đến thế nào khi bạn chỉ là tay chơi tầm trung."

Cuộc tìm kiếm khu vực va chạm giữa Trái Đất và tiểu hành tinh bắt đầu chuyển hướng. Vô tình vào năm 1990, một trong những người tìm kiếm, Alan Hilderbrand của Đại học Arizona gặp một phóng viên của tờ *Houston Chronicle* và được biết về một vành đai những hố lớn hình thành không rõ nguyên nhân, dài 193km và sâu 48km, dưới bán đảo Yucatán ở Chicxulub, Mexico, gần thành phố Progeso, cách khoảng 950km về phía nam New Orleans. Công ty dầu Pemex của Mexico tìm ra năm 1952 – cùng năm Eugene Shoemaker lần đầu đến thăm hố va chạm Meteor ở Arizona – nhưng các nhà địa chất của công ty đã kết luận rằng đây là một núi lửa, phù hợp với lối nghĩ thời đó. Hildebrand đã đi đến tận nơi và nhanh chóng đưa ra khẳng định đó chính là những miệng hố va chạm họ đang tìm. Đầu năm 1991, người ta tuyên bố Chicxulub là vùng va chạm.

Nhiều người vẫn chưa hiểu một vụ va chạm có thể gây ra những gì. Như Stephen Jay Gould ghi lại: "Tôi đã từng có những nghi ngờ

dữ dội… Làm sao một vật thể có đường kính sáu dặm lại có sức tàn phá đủ để tạo ra một chiếc hố với đường kính tám nghìn dặm?"

Chúng ta đã có một thử nghiệm tự nhiên về một vụ va chạm vũ trụ, đó là khi Shoemaker và Levy phát hiện ra sao chổi Shoemaker Levy 9 đang lao về phía sao Mộc. Đây là lần đầu tiên con người chứng kiến hai thiên thể trong hệ Mặt Trời va vào nhau – và xem rất rõ, nhờ có kính thiên văn Hubble hiện đại. Theo Curtis Peebles, sao chổi lúc đó không phải một khối cầu mà chỉ là một chuỗi thiên thạch gồm 21 mảnh, nên hầu hết các nhà khoa học đều cho rằng "sao Mộc sẽ nuốt chửng sao chổi đó". Một tuần trước vụ va chạm, tờ *Nature* đã giật tít: "Cậu bé khổng lồ đang đến", dự đoán rằng vụ va chạm sẽ chẳng là gì ngoài một trận mưa thiên thạch.

Vụ va chạm xảy ra vào ngày 16 tháng 7 năm 1994, kéo dài cả một tuần và khủng khiếp hơn những gì mà tất cả mọi người – có lẽ trừ Eugene Shoemaker – có thể tưởng tượng ra. Một mảnh trong đó, được gọi là Nhân G, đã tạo ra cú va đập với một lực khoảng 6 triệu mega tấn – gấp 75 lần tổng số vũ khí hạt nhân hiện nay. Nhân G chỉ có kích thước của một ngọn núi nhỏ nhưng lại gây ra các vết thương trên bề mặt sao Mộc kích cỡ bằng với Trái Đất. Vụ va chạm khủng khiếp này là cú hạ đo ván những nhà phê bình lý thuyết Alvarez.

Luis Alvarez chẳng bao giờ biết đến sự phát hiện hố va chạm Chicxulub hoặc sao chổi Shoemaker Levy vì ông đã qua đời vào năm 1988. Shoemaker cũng đoản mệnh. Vào dịp kỉ niệm lần thứ ba của vụ va chạm sao Mộc, ông cùng vợ đang ở một vùng hẻo lánh của Australia, nơi họ đến hàng năm để tìm vùng va chạm. Trên con đường bụi mù ở sa mạc Tanami – một trong những nơi vắng vẻ nhất trên Trái Đất – xe của họ đã đâm vào một chiếc xe khác, Shoemaker chết tại chỗ còn vợ ông bị thương. Một phần tro của ông được gửi lên Mặt Trăng theo tàu Lunar Prospector, phần còn lại được rải quanh miệng núi lửa Meteor.

* * *

Anderson và Witzke không có được miệng hố va chạm đã tiêu diệt các loài khủng long, "song chúng tôi vẫn còn miệng hố va chạm lớn và được bảo tồn tốt nhất trên lục địa Mỹ," Anderson cho biết. (Cần nói thêm một chút về vị trí tột bậc này của Manson, vì dù có những miệng hố lớn khác rộng hơn, ví dụ như Vịnh Chesapeake được công nhận là vùng va chạm vào năm 1994 – song chúng đều ở xa đất liền hoặc đã biến dạng.) "Chicxulub bị chôn vùi dưới 2

đến 3km đá vôi và nằm ngoài đại dương nên rất nguyên sơ và khó nghiên cứu," Anderson tiếp tục, "trong khi lại có thể tiếp cận Manson dễ dàng".

Tôi đã đặt câu hỏi rằng liệu con người có nhận được cảnh báo nào khi một tảng thiên thạch lớn lao về phía chúng ta ngày nay không.

"Hầu như là không," Anderson lập tức trả lời, "chúng ta không thể phát hiện nó bằng mắt thường cho đến khi nó nóng rực lên. Nghĩa là chỉ khi thiên thạch đã chạm vào bầu khí quyển, khoảng một giây trước khi va vào Trái Đất. Chúng ta đang nói về các vật thể bay nhanh gấp hàng chục lần những viên đạn nhanh nhất. Chúng sẽ hoàn toàn khiến chúng ta bất ngờ trừ khi được phát hiện bởi một kính thiên văn trước đó, với xác suất cực nhỏ."

Mức độ của một va chạm phụ thuộc vào rất nhiều biến số – góc tiếp xúc, vận tốc và quỹ đạo, điểm tiếp xúc, độ rắn của vật va chạm – ta chỉ đo được tất cả những điều này nhiều triệu năm sau khi va chạm xảy ra. Những gì các nhà khoa học có thể làm – như Anderson và Witzke thực hiện – là nghiên cứu vùng va chạm và tính toán năng lượng phát ra. Từ đó, họ có thể miêu tả khá chính xác những gì đã diễn ra – hay khủng khiếp hơn là những gì sẽ diễn ra. Một tiểu hành tinh hoặc sao chổi đang bay với vận tốc vũ trụ sẽ đâm sầm vào Trái Đất với vận tốc đủ để không khí bên dưới không kịp thoát và sẽ bị nén như khí trong một chiếc bơm xe đạp. Ai đã từng dùng chiếc bơm này đều biết, khí nén nóng lên rất nhanh và nhiệt độ bên dưới nó sẽ tăng lên khoảng 60.000 Kelvin[1], gấp 10 lần nhiệt độ trên bề mặt Mặt Trời. Trong khoảnh khắc chạm vào bầu khí quyển, tất cả mọi vật trên đường đi của nó – con người, nhà cửa, xe cộ sẽ nhăn nhúm và biến mất như những miếng giấy bóng kính hơ trên lửa.

---

[1] · Mỗi độ K trong nhiệt giai Kelvin (1K) bằng một độ trong nhiệt giai Celsius (1°C) và 0°C ứng với 273,16K. (ND)

Một giây sau khi tiến vào bầu khí quyển, thiên thạch sẽ va chạm với bề mặt Trái Đất tại nơi mà những cư dân của Manson vẫn đang sinh hoạt một giây trước. Bản thân thiên thạch sẽ bốc hơi ngay sau đó, nhưng vụ nổ sẽ thổi ra 1.000km khối đất, đá và khí nóng. Mọi thứ trong bán kính 250km nếu không bị xóa sổ bởi nhiệt phát ra thì cũng bị triệt tiêu bởi áp lực của vụ nổ. Sóng nhiệt tỏa ra sẽ quét sạch mọi thứ cản đường nó.

Với những người bên ngoài khu vực hủy diệt, dấu hiệu đầu tiên về thảm họa sẽ là một luồng sáng chói lòa – ngay sau đó là một cảnh tượng khó tin, một vùng tối che phủ toàn bộ tầm mắt với tốc độ hàng nghìn cây số một giờ. Tất cả diễn ra trong sự im lặng kỳ quái nhưng còn nhanh hơn cả tốc độ âm thanh. Bất cứ ai đang đứng trên tòa nhà cao tầng ở Omaha hoặc Des Moines, nếu có cơ hội nhìn đúng hướng, sẽ thấy một tấm màn hỗn loạn và sau đó là sự hủy diệt hoàn toàn.

Trong vòng vài phút, khu vực trải dài từ Denver đến Detroit, qua nơi từng là Chicago, St Loius, Kansas, Twin – tóm lại là cả vùng Trung Tây, sẽ bị san phẳng hoặc thiêu rụi, gần như tất cả mọi sinh vật sẽ bị xóa sổ. Những người cách đó trong phạm vi lên tới 1.500km sẽ bị nhấc lên khỏi mặt đất, bị cắt gọt hoặc đập túi bụi bởi một trận bão những viên đạn bay. Ngoài phạm vi này, sức hủy diệt của vụ nổ sẽ dần giảm bớt.

Đó mới chỉ là đợt sóng va chạm đầu tiên. Không ai đoán được tai họa tiếp theo sẽ là gì, nhưng chắc chắn nó sẽ diễn ra rất nhanh và trên phạm vi toàn cầu. Nó có thể sẽ kéo theo một chuỗi các vụ động đất kinh hoàng. Các núi lửa trên khắp thế giới sẽ rùng mình tỉnh giấc và phun trào. Sóng thần sẽ dâng cao trên những bờ biển xa xôi. Trong vòng một giờ, mây đen sẽ bao phủ, đá và những mảnh vật chất bốc cháy sẽ bị ném xuống khắp nơi, thiêu rụi cả hành tinh. Người ta ước tính ít nhất 1,5 tỉ người sẽ thiệt mạng trong ngày đầu tiên. Những rối loạn ở tầng điện ly sẽ cắt đứt hệ thống liên lạc ở khắp mọi nơi, vì vậy những người sống sót cũng sẽ không biết chuyện gì đang xảy ra và không biết phải chạy đường nào cho thoát. Song điều đó cũng không quan trọng, vì như lời một nhà bình luận so sánh, thì bỏ chạy chỉ là "lựa chọn một cái chết chậm hơn" mà thôi. Mọi nỗ lực di tản lúc đó sẽ không giảm được con số thương vong, vì Trái Đất sẽ mất khả năng bảo tồn sự sống trên toàn cầu.

Lượng bụi và tro tàn bay ra từ vụ va chạm có thể che khuất Mặt Trời trong nhiều tháng, thậm chí là hàng năm, gây gián đoạn mọi chu kỳ phát triển tự nhiên. Năm 2001 những nhà nghiên cứu tại Học viện công nghệ California đã phân tích các đồng vị hêli từ trầm tích còn sót lại của vụ nổ KT và kết luận nó gây ảnh hưởng đến khí hậu Trái Đất trong khoảng 10.000 năm. Người ta cho rằng khí hậu cũng là một nhân tố đẩy loài khủng long đến chỗ tuyệt chủng. Chúng ta chỉ có thể dự đoán xem con người liệu có thể đương đầu với các sự cố như vậy hay không.

Tóm lại, hãy nhớ thảm họa đó có thể xảy ra bất thình lình ngay

trên bầu trời tươi sáng này vào bất cứ thời điểm nào.

Bây giờ hãy tưởng tượng, nếu có thể nhìn thấy vật thể đang lao đến, chúng ta sẽ làm gì? Hầu hết mọi người đều cho rằng loài người sẽ phóng một đầu đạn hạt nhân lên vũ trụ và phá tan tảng thiên thạch thành trăm mảnh. Tuy nhiên ý tưởng này rất có vấn đề. Trước hết, như John S. Lewis lưu ý, thì tên lửa của chúng ta không được thiết kế để vận hành trong hoàn cảnh vũ trụ. Chúng không có đủ sức mạnh để thoát khỏi lực hấp dẫn của Trái Đất, và nếu có thì cũng không có một cơ chế nào có thể định hướng cho chúng vượt qua hàng chục triệu kilômét trong vũ trụ. Khả năng tiếp theo là loài người sẽ phải gửi các cao bồi không gian lên vũ trụ trên một chiếc phi thuyền, như trong bộ phim *Ngày tận thế* [*Armageddon*]. Nhưng rất tiếc, những tên lửa mạnh nhất của chúng ta cũng chỉ đưa họ lên tới Mặt Trăng là cùng thôi. Tên lửa cuối cùng có khả năng làm điều đó, Saturn 5, cũng đã ngừng hoạt động từ nhiều năm trước. Loài người cũng sẽ không kịp tạo ra một tên lửa mới bởi những bệ phóng của Saturn đã bị phá hủy trong chiến dịch làm sạch vào mùa xuân của NASA.

Trong trường hợp chúng ta có thể phóng đầu đạn hạt nhân và phá hủy thiên thạch thành từng mảnh vụn, thì có nhiều khả năng những chuỗi mảnh vụn đó sẽ lao về phía chúng ta giống như sao chổi Shoemake Levy lao về sao Mộc – chỉ khác là những mảnh vụn đó đã nhiễm xạ rất nặng. Tom Gehrel, nhà tìm kiếm các tiểu hành tinh ở Đại học Arizona, cho rằng dù có được cảnh báo trước một năm thì loài người cũng trở tay không kịp. Nhưng khả năng lớn hơn sẽ là, chúng ta chẳng thể nhìn thấy điều gì – kể cả một sao chổi – cho đến khi nó chỉ còn cách chúng ta khoảng sáu tháng, khi đó thì mọi chuyện đã quá muộn. Cũng như Shoemaker Levy đã ở trên quỹ đạo của sao Mộc từ năm 1929, nhưng mãi đến nửa thế kỷ sau người ta mới phát hiện nó.

Mọi khả năng trên đều rất khó tính toán và có sai số đáng kể, nên chúng ta sẽ không thể biết chắc vụ va chạm có xảy ra hay không cho đến những ngày cuối cùng – có thể là cách vài tuần. Trong suốt thời gian đó, ta sẽ sống trong âu lo – hẳn sẽ là những tháng thăng trầm nhất trong lịch sử nhân loại trước khi ta có thể mở tiệc ăn mừng nếu vượt qua một cách an toàn.

Tôi hỏi Anderson và Witzke câu cuối cùng: "Khoảng bao lâu thì sẽ có một sự kiện như vụ nổ Manson xảy ra?"

"Trung bình là khoảng một triệu năm một lần," Witzke cho biết.

“Đây chỉ là vụ va chạm nhỏ,” Anderson tiếp tục, “mà anh có biết có bao nhiêu loài tuyệt chủng sau vụ Manson không?”

Tôi không có câu trả lời.

“Không loài nào cả,” ông nói với một sự hài lòng kỳ lạ.

Tất nhiên, Anderson và Witzke không quên nhấn mạnh rằng sự hủy diệt sẽ rất kinh hoàng. Tuy vậy, sự sống trên Trái Đất này cũng thật kiên cường, khi những đám khói bụi tan đi, sẽ vẫn còn các sinh vật may mắn sống sót đủ để không loài nào biến mất mãi mãi.

Tin tốt là việc xóa sổ một loài không dễ chút nào. Tin xấu là chúng ta không thể lúc nào cũng mong chờ những tin tốt lành. Dù đó là thảm họa khủng khiếp đến đâu thì chúng ta cũng không thể cứ nhìn chăm chăm vào không gian để tìm kiếm những kẻ hủy diệt bằng đá. Bởi ở những chương sau của cuốn sách này, bạn sẽ thấy bản thân Trái Đất này cũng đầy rẫy những mối hiểm nguy.

14
Ngọn lửa bên dưới

Vào mùa hè năm 1971, nhà địa chất trẻ Mike Voorhies đang đi thăm dò trên một khu vực đồng cỏ rậm rạp ở phía đông Nebraska, không xa thị trấn nhỏ Orchard nơi ông lớn lên. Khi đi qua một đoạn dốc đứng, ông thấy một ánh sáng lóe lên từ bụi cây bên trên nên đã tò mò leo lên xem thử. Thứ ông tìm thấy là hộp sọ được bảo quản một cách hoàn hảo của một con tê giác non, đã được những cơn mưa nặng hạt đưa tới đây.

Không ngờ, cách đó một vài thước là khu vực hóa thạch dị thường nhất từng được phát hiện ở Bắc Mỹ: một hồ nước cạn đã trở thành ngôi mộ tập thể cho vô số các loài động vật – tê giác, ngựa vằn, lạc đà, rùa, v.v… Tất cả đều đã chết sau một thảm họa bí ẩn vào khoảng 12 triệu năm trước, thuộc kỷ địa chất Miocen. Thời kỳ này, Nebraska nằm trên một đồng bằng rộng lớn và nóng như Serengeti của châu Phi ngày nay. Người ta tìm thấy các loài động vật bị vùi dưới lớp tro núi lửa sâu tới 3m. Vấn đề là không có và chưa từng có bất cứ ngọn núi lửa nào ở Nebraska.

Ngày nay, địa điểm đó được gọi là Công viên hóa thạch Ashfall. Nó có một trung tâm dành cho khách viếng thăm và bảo tàng mới, nơi trưng bày các hiện vật địa chất của Nebraska và lịch sử của khu vực hóa thạch. Trung tâm này bao gồm một phòng thí nghiệm với tường kính qua đó du khách có thể quan sát các nhà cổ sinh vật học vệ sinh xương. Khi qua đây vào một buổi sáng, tôi thấy người đang làm việc một mình trong phòng thí nghiệm này là một nhà khoa học có vẻ ngoài tươi vui, mặc chiếc áo chuyên dụng màu xanh. Tôi nhận ra đó là Mike Voorhies nhờ bộ phim tài liệu *Horizon* [tạm dịch: *Chân trời*] trên kênh BBC mà ông tham gia. Công viên Hóa thạch Ashfall không có nhiều khách – vì nó ở một nơi rất trống trải – và Voorhies tỏ ra hào hứng khi đưa tôi đi một vòng. Ông đưa tôi đến đỉnh của khe núi cao 6m nơi ông đã có phát

hiện quan trọng của đời mình.

“Đây là một nơi tồi để tìm kiếm xương,” ông nói một cách vui vẻ. “Nhưng khi đó, tôi không định đi tìm xương, mà định vẽ bản đồ địa chất của vùng đông Nebraska, và thật sự chỉ đang nhìn ngó xung quanh. Nếu tôi không leo lên khe núi này hoặc những cơn mưa không đưa chiếc xương sọ tới đây, tôi hẳn đã đi tiếp và nơi này sẽ không bao giờ được phát hiện.” Ông chỉ tay về một khu vực có mái che gần đó, cũng là di chỉ khai quật chính. Tại đây, khoảng hơn hai trăm con vật nằm chồng chất lên nhau như một mớ bòng bong đã được phát hiện.

Tôi hỏi ông, xét về khía cạnh nào, nơi đây lại không thích hợp để tìm kiếm xương. “Ồ, nếu muốn tìm xương, anh cần tìm các tảng đá lộ thiên. Đây là lý do đa số nghiên cứu cổ sinh vật học được thực hiện tại các vùng khô nóng. Không phải vì ở đó có nhiều xương hơn mà vì ở đó khả năng tìm thấy chúng sẽ cao hơn,” – ông khoát tay ngang qua chiều rộng của vùng thảo nguyên – “ở một nơi như thế này, anh sẽ không biết phải bắt đầu từ đâu. Có thể có một kho báu khổng lồ ngoài kia, nhưng không có dấu hiệu nào trên mặt đất cho anh biết anh phải bắt đầu tìm kiếm từ đâu.”

Ban đầu, họ nghĩ các con vật bị chôn sống và Voorhies đã nhấn mạnh điều này trong một bài viết trên tạp chí *National Geographic* số ra năm 1981. “Bài báo đã gọi di chỉ này là “Pompeii của các động vật thời tiền sử”, ông kể lại với tôi, “song thật không may vì ngay sau đó, chúng tôi nhận thấy các con vật không hề chết bất thình lình. Chúng đều mắc chứng loạn dưỡng xương do phì đại phổi, nguyên nhân là hít phải quá nhiều tro sắc cạnh – hẳn là phải rất nhiều vì lớp tro dày hàng mét trải rộng suốt hàng trăm dặm.” Ông nhặt một mẩu màu xám, trông giống như đất sét, và bỏ vào tay tôi. Nó có dạng bột và hơi góc cạnh. “Hít phải thứ này thì thật ghê sợ,” ông nói tiếp “trông nó thì không hề gì nhưng lại khá sắc. Vì thế chúng đã đến hồ nước này để mong thoát khỏi cơn đau, nhưng đã chết một cách khổ sở. Tro bụi có lẽ đã hủy hoại mọi thứ. Nó có thể đã vùi lấp hết cỏ và phủ kín từng chiếc lá cây, biến nguồn nước thành một đống bùn xám không còn uống được. Điều này hoàn toàn không dễ chấp nhận chút nào.”

Bộ phim tài liệu *Horizon* đã chỉ ra rằng sự tồn tại của quá nhiều tro ở Nebraska thật đáng ngạc nhiên. Nguồn tro khổng lồ của Nebraska đã được biết đến từ lâu. Trong suốt gần một thế kỷ người ta đã khai thác nó để làm ra các loại bột lau rửa gia dụng như Comet và Ajax. Điều đáng ngạc nhiên là không ai từng thắc mắc tất cả số tro này từ đâu ra.

“Tôi hơi xấu hổ phải kể với anh,” Voorhies nói và mỉm cười, “lần đầu tiên tôi nghĩ về nó là khi một biên tập viên của *National Geographic* hỏi tôi về nguồn gốc của tro tại đây, và tôi phải thú nhận là mình không biết. Và cũng không ai biết.” Voorhies gửi mẫu tro tới các đồng nghiệp trên khắp miền Tây nước Mỹ để xem liệu họ có phát hiện bất cứ điều gì hay không. Vài tháng sau, một nhà địa chất có tên Bill Bonnichsen đến từ Hội Nghiên cứu Địa chất Idaho đã liên lạc và cho biết mẫu tro đó phù hợp với nham thạch núi lửa tại Bruneau-Jarbidge, ở phía tây nam Idaho. Sự kiện đã giết chết hàng loạt các loài động vật đồng bằng ở Nebraska là một vụ núi lửa phun trào trên một quy mô chưa từng tưởng tượng được trước đây – nhưng đủ lớn để phủ lớp tro dày 3m lên một khu vực rộng 1.600km về phía đông Nebraska. Như vậy, dưới miền tây nước Mỹ là một vạc mắc-ma lớn, một miệng núi lửa khổng lồ, có khả năng gây ra thảm họa khoảng 600.000 năm một lần. Lần phun trào cuối cùng là khoảng hơn 600.000 năm trước. Điểm nóng này giờ vẫn còn. Ngày nay, nó được gọi là Công viên Quốc gia Yellowstone.

Chúng ta biết vô cùng ít về những gì diễn ra dưới chân mình. Cần nhớ rằng hãng Ford đã chế tạo xe hơi và các ủy ban Nobel đã trao giải từ trước khi chúng ta biết Trái Đất có lõi. Và tất nhiên ý tưởng về việc các châu lục trôi trên bề mặt Trái Đất như những khóm hoa súng chỉ mới trở thành tri thức chung trong chưa đầy một thế hệ. “Thật kì lạ,” Richard Feynman viết, “chúng ta biết về sự phân bố vật chất trong Mặt Trời hơn cả trong Trái Đất.”

Khoảng cách từ bề mặt Trái Đất tới tâm của nó là 6.370km, nghĩa là không quá xa. Người ta đã tính toán rằng nếu đào một chiếc giếng tới tâm Trái Đất và thả một viên gạch xuống, sẽ chỉ mất 45 phút để viên gạch này chạm đáy (dù khi đó, nó sẽ không có trọng lượng vì tất cả trọng lực của Trái Đất đều ở bề mặt và xung quanh chứ không phải trong nó). Thực tế chúng ta cũng ít nỗ lực xuyên tới vùng lõi này. Một hoặc hai mỏ vàng ở Nam Phi đạt tới độ sâu hơn 3km, nhưng hầu hết các hầm mỏ trên Trái Đất đều không sâu quá 400m tính từ bề mặt. Nếu xem hành tinh này là một trái táo, chúng ta thậm chí còn chưa xuyên qua lớp vỏ.

Cho tới gần một thế kỷ trước, những gì các nhà khoa học biết được về phần sâu trong Trái Đất không nhiều hơn kiến thức của một người thợ mỏ là bao – chẳng hạn, bạn có thể đào qua lớp đất đến một độ sâu nào đó, và sau đó bạn sẽ chạm vào lớp đá, tất cả chỉ có vậy. Vào năm 1906, nhà địa chất người Ireland, R. D. Oldham, trong lúc nghiên cứu các số đo địa chấn từ một vụ động đất ở Guatemala đã nhận thấy có một số loại sóng xung kích đã đi

xuyên tới một điểm nằm sâu trong Trái Đất rồi phản lại theo một góc, như thể chúng gặp phải một chướng ngại vật nào đó. Từ đây, ông suy ra Trái Đất có tâm. Ba năm sau, khi nhà địa chấn học người Croatia, Andrija Mohorovičić, đang nghiên cứu các biểu đồ từ trận động đất ở Zagreb, ông cũng thấy sự đi chệch hướng tương tự, nhưng ở mức nông hơn. Ông đã phát hiện ra ranh giới giữa lớp vỏ, lớp liền kề và lớp phủ. Từ đó nó được gọi là sự gián đoạn Mohorovičić, hay gọi tắt là Moho.

Chúng ta bắt đầu có ý tưởng về các lớp trong Trái Đất – dù thật sự chỉ là những ý tưởng mơ hồ. Phải đến tận năm 1936, khi nhà khoa học người Đan Mạch, Inge Lehmann, nghiên cứu các biểu đồ địa chấn của các trận động đất ở New Zealand, ông mới nhận ra rằng có hai lõi – lõi trong, được cho là ở thể rắn, và lõi ngoài (do Oldham phát hiện), được cho là ở dạng lỏng, và là nơi sinh ra từ trường.

Cùng thời điểm mà Lehmann làm thay đổi nhận thức cơ bản của chúng ta về phần lõi Trái Đất qua nghiên cứu sóng địa chấn của các vụ động đất, có hai nhà địa chất học tại California cũng đang tìm cách so sánh các trận động đất với nhau. Họ là Charles Richter và Beno Gutenberg, dù vì nhiều lý do không liên quan tới sự công bằng, thang đo được biết đến gần như lập tức với tên của riêng Richter. (Chuyện này không liên quan gì tới Richter. Là một nhà khoa học khiêm tốn, ông không bao giờ dùng tên mình để gọi thang đo này, mà luôn gọi nó là Thang Cường độ.)

Thang đo Richter thường bị hiểu sai bởi những người không thuộc giới khoa học, cho dù có lẽ ngày nay, điều này đã được cải thiện so với những ngày đầu tiên khi mà những ai ghé thăm phòng làm việc của ông đều muốn xem công cụ thiên tài của ông, vì cho rằng đó là một loại máy móc. Thang đo này, đương nhiên, là một ý tưởng hơn là một vật dụng. Nó là phương thức giả định nhằm đo độ rung của Trái Đất dựa trên các thông số bề mặt. Thang đo này tăng theo cấp số nhân, theo đó một trận động đất 7,3 độ sẽ mạnh hơn 10 lần so với một trận động đất 6,3 độ và mạnh hơn 100 lần so với một trận động đất 5,3 độ.

Về mặt lý thuyết, sẽ không có giới hạn trên hay giới hạn dưới cho một trận động đất. Thang đo đơn giản chỉ là một phép đo cường độ, chứ không nói lên thiệt hại. Một trận động đất 7 độ xảy ra trong lớp phủ – nghĩa là ở độ sâu khoảng 650km – có thể không gây ra bất cứ thiệt hại nào trên bề mặt, trong khi một trận động đất có cường độ nhỏ hơn nhiều nếu xảy ra ở độ sâu 6 hoặc 7km so với mặt đất lại có thể có sức hủy diệt khủng khiếp. Hơn nữa, thiệt hại còn phụ thuộc vào bản chất của lớp đất bên dưới, thời gian xảy

ra động đất, tần số, mức độ nghiêm trọng của dư chấn và kết cấu vật lý của khu vực bị ảnh hưởng. Tất cả những điều này hàm nghĩa những trận động đất kinh hoàng nhất không nhất định có cường độ mạnh nhất, cho dù cường độ rõ ràng đóng vai trò rất quan trọng.

Trận động đất mạnh nhất kể từ khi thang đo này ra đời (tùy thuộc vào nguồn mà bạn tham khảo) xảy ra tại Prince William Sound ở Alaska vào tháng Ba năm 1964, với cường độ 9,2 theo thang đo Richter; hoặc trận xảy ra trên Thái Bình Dương ngoài khơi Chilê vào năm 1960, ban đầu được ghi nhận có cường độ 8,6 nhưng sau đó theo điều chỉnh bởi một số cơ quan (trong đó có Hội nghiên cứu Địa chất Hoa Kỳ) là một con số cực lớn, 9,5 độ. Như bạn có thể thấy, việc đo các trận động đất không phải luôn chuẩn xác, nhất là khi nó đòi hỏi người đo phải giải mã các kết quả đo được từ các vị trí cách xa nhau. Dù trận động đất nào mạnh hơn thì chúng đều là những thảm họa. Trận động đất năm 1960 không chỉ gây thiệt hại cho khắp vùng duyên hải Nam Mỹ, mà còn kéo theo một cơn sóng thần, băng gần 10.000 kilômét qua Thái Bình Dương và phá hủy phần lớn khu trung tâm Hilo, Hawaii, khiến 500 tòa nhà sụp đổ và 60 người thiệt mạng. Những trận sóng dữ tương tự còn khiến số nạn nhân gia tăng ở những quốc gia xa xôi như Nhật Bản và Philippin.

Tuy nhiên, nếu chỉ nhìn vào mức độ tàn phá, có lẽ trận động đất kinh hoàng nhất được ghi lại trong lịch sử là trận động đất đã tấn công – và phá tan – thành phố Lisbon, Bồ Đào Nha, vào ngày Lễ Các Thánh (ngày 1 tháng Mười một), năm 1755. Ngay trước 10 giờ sáng, thành phố bị tấn công bởi một cơn chao đảo mà về sau được dự đoán có cường độ 9 độ richter và rung lắc dữ dội trong 7 phút. Khi tất cả mọi chấn động chấm dứt, những người sống sót chỉ có 3 phút yên bình trước khi hứng chịu một cơn chấn động thứ hai, khủng khiếp không kém cơn trước đó. Sau đó là cơn thứ ba và thứ tư. Chấn động dữ dội đến mức nước đã rút khỏi bến cảng của thành phố và trở lại dưới dạng con sóng cao 15m, góp phần gây thêm tổn thất. Sau cùng, 60.000 người đã thiệt mạng và hầu như tất cả nhà cửa suốt mấy dặm cách đó đều biến thành đống đổ nát. Trận động đất ở San Francisco năm 1906 có cường độ khoảng 7.8 độ richter và kéo dài trong khoảng 30 giây.

Động đất khá giống nhau. Mỗi ngày trung bình trên thế giới xảy ra hai cơn động đất mạnh 2 độ richter hoặc hơn – như vậy đã đủ khiến những người sống gần khu vực đó choáng váng. Dù có xu hướng tập trung ở một vài nơi nhất định – đặc biệt là quanh vành đai Thái Bình Dương – nhưng chúng có thể xảy ra ở gần như tất cả

mọi nơi. Tại Mỹ, tính tới nay, chỉ Florida, miền đông Texas và vùng thượng Trung Tây là gần như miễn nhiễm. New England đã trải qua hai trận động đất mạnh 6 độ hoặc hơn trong vòng 200 năm qua. Vào tháng Tư năm 2002, vùng này đã trải qua một cơn rung lắc mạnh 5,1 độ, đây là hệ quả của một trận động đất gần Hồ Champlain nằm ở vùng giáp ranh giữa New York và Vermont, gây ra những thiệt hại nặng nề cho vùng lân cận mà tôi có thể làm chứng. Nó làm những bức tranh bung ra khỏi tường và hất văng lũ trẻ khỏi giường ở mãi tận New Hampshire.

Các dạng động đất thường gặp nhất xảy ra ở nơi hai mảng kiến tạo gặp nhau, giống như ở California dọc theo phay San Andreas. Khi các mảng va và ép vào nhau, áp lực sẽ gia tăng cho tới khi một trong hai mảng phải thoái lui. Nói chung, khoảng cách giữa các trận động đất càng dài, áp lực bị dồn nén càng lớn và vì thế quy mô của cơn địa chấn lại càng lớn. Đây là một điều đáng lo ngại cho Tokyo. Bill McGuire, một chuyên gia về thảm họa tại Đại học London đã gọi đây là "thành phố chờ chết". Tokyo nằm trên điểm hội tụ của ba mảng kiến tạo và thuộc một quốc gia vốn đã nổi tiếng về sự bất ổn địa chất. Bạn hẳn còn nhớ vào năm 1995, thành phố Kobe, cách Tokyo khoảng 500km về phía tây, đã bị một trận động đất 7,2 độ richter tấn công, khiến 6.394 người chết. Thiệt hại ước tính lên đến 99 tỷ đô-la. Còn chưa là gì so với thảm họa đang chờ đợi Tokyo.

Tokyo đã phải gánh chịu một trong những trận động đất có sức tàn phá khủng khiếp nhất trong lịch sử hiện đại. Vào ngày 1 tháng Chín năm 1923, ngay giữa ban ngày, thành phố bị tấn công bởi trận động đất mang tên Great Kanto – với sức mạnh gấp 10 lần trận động đất xảy ra tại Kobe nói trên. Hai trăm nghìn người đã tử vong. Kể từ đó, Tokyo yên tĩnh kỳ lạ và nguy cơ dưới bề mặt của nó đã tích tụ hơn 80 năm. Năm 1923, dân số của Tokyo là khoảng ba triệu người. Ngày nay, con số này xấp xỉ 30 triệu. Không ai muốn tính xem số thương vong có thể lên đến bao nhiêu nhưng thiệt hại kinh tế được dự đoán sẽ rơi vào khoảng 7.000 tỷ đô-la.

Có một loại động đất đáng sợ hơn vì chúng ta hiểu rất ít về chúng, và chúng có thể xảy ra ở bất cứ nơi nào tại bất kỳ thời điểm nào, đó là những cơn địa chấn mang tên động đất nội mảng. Những trận động đất này xảy ra cách xa rìa các mảng kiến tạo, khiến chúng gần như không dự đoán được. Và vì chúng xuất phát từ một độ sâu lớn hơn, nên chúng có thể lan truyền trên một khu vực rộng hơn. Những trận động đất nổi tiếng nhất thuộc loại này đã từng tấn công nước Mỹ là chuỗi ba trận động đất xảy ra tại New Madrid, bang Missouri, vào mùa đông năm 1811-1812. Câu chuyện bắt

đầu vào nửa đêm ngày 16 tháng Mười hai khi mọi người bị đánh thức bởi tiếng kêu hoảng hốt của các loài gia súc (sự nhạy cảm của động vật trước các trận động đất là một sự thật đã được khẳng định dù không ai hiểu cặn kẽ nguyên do) và sau đó là âm thanh đứt gãy khủng khiếp từ sâu trong lòng đất. Người dân địa phương có thể nhìn thấy đất đai như nổi sóng, trồi lên tới 1m và xuất hiện những vết nứt sâu vài mét. Mùi lưu huỳnh nồng nặc trong không khí. Cơn rung lắc kéo dài bốn phút với sức tàn phá tài sản như thường lệ. Trong số các nhân chứng có họa sĩ John James Audubon, ông tình cờ có mặt tại đây. Trận động đất lan rộng với một năng lượng mạnh đến mức làm gãy đổ các ống khói ở Cincinnati cách đó 600km và theo ít nhất một bản tường thuật, nó "phá hủy tàu bè ở các bến cảng phía bờ Đông, thậm chí làm sập giàn giáo được dựng lên quanh Tòa nhà Capitol ở Thủ đô Washington, D.C." Vào ngày 23 tháng Một và ngày 4 tháng Hai, hai trận động đất với cường độ tương tự nối tiếp nhau xảy ra. New Madrid đã được hưởng sự yên bình kể từ đó – điều này không có gì đáng ngạc nhiên vì loại động đất này chưa từng xảy ra lần thứ hai ở cùng một nơi. Theo những gì chúng ta biết, chúng ngẫu nhiên như những tia chớp. Lần xảy ra tiếp theo có thể là ở Chicago, Paris hay Kinshasa. Không ai có thể dự đoán được. Liệu điều gì đã gây ra sự đứt gãy nội mảng? Hẳn phải do thứ gì đó sâu thẳm trong lòng Trái Đất. Chúng ta không biết được điều gì hơn thế.

Vào những năm 1960, các nhà khoa học đã đủ thất vọng trước nhận thức hạn chế của mình về phần lõi của Trái Đất, vì thế họ quyết định phải làm gì đó để cải thiện tình hình. Cụ thể, họ nảy ra ý định sẽ khoan qua đáy đại dương (vì phần vỏ của các lục địa quá dày) tới phần gián đoạn Moho và lấy ra một mẩu lớp vỏ của Trái Đất để nghiên cứu. Họ cho rằng nếu có thể hiểu bản chất của các lớp đá bên trong Trái Đất, thì có thể hiểu chúng tương tác với nhau như thế nào, và do đó, có thể dự đoán những trận động đất và những sự cố không mong muốn khác.

Dự án được gọi tên là Hố Moho [Mohole], và đây là một thảm họa lớn. Hy vọng ban đầu của họ là hạ một mũi khoan xuyên qua 4.000m nước Thái Bình Dương ngoài khơi Mexico và khoan sâu khoảng 5.000m qua lớp đá tương đối mỏng. Việc khoan từ một con tàu ngoài đại dương, theo lời một nhà hải dương học, "không khác gì việc cố gắng dùng một sợi mỳ spaghetti để khoan một lỗ trên vỉa hè New York từ nóc tòa nhà Empire State." Mọi nỗ lực đều thất bại. Độ sâu lớn nhất mà họ có thể đạt được chỉ vào khoảng 180m. Dự án Mohole trở thành *No Hole* [nghĩa là không có cái hố nào]. Vào năm 1966, không hài lòng trước chi phí ngày một gia tăng trong khi không đem lại kết quả gì, Quốc hội đã chấm dứt dự

án này.

Bốn năm sau, các nhà khoa học Liên Xô đã quyết định thử vận may trên đất liền. Họ chọn một vị trí trên bán đảo Kola của Nga, vùng giáp với biên giới Phần Lan và hy vọng có thể khoan tới độ sâu 15km. Công việc khó hơn dự đoán rất nhiều, và các nhà khoa học Liên Xô thật sự đáng được ca ngợi vì lòng kiên trì. Khi bỏ cuộc sau 19 năm, họ đã khoan tới độ sâu 12.262m. Hãy nhớ rằng lớp vỏ Trái Đất chỉ chiếm 0,3% khối lượng của cả hành tinh, và hố Kola thậm chí còn chưa cắt qua một phần ba lớp vỏ, chúng ta không thể nói rằng đã chinh phục được lòng đất.

Mặc dù miệng hố thật khiêm tốn, nhưng gần như bất cứ thứ gì mà nó hé lộ đều khiến các nhà nghiên cứu phải kinh ngạc. Các nghiên cứu sóng địa chấn cho phép các nhà khoa học dự đoán khá tự tin rằng lớp đá trầm tích có độ sâu khoảng 4.700m, tiếp theo là khoảng 2.300m đá granite, từ đó trở xuống là đá bazan. Thực tế, lớp trầm tích dày gấp rưỡi so với dự đoán, và lớp bazan không hề được tìm thấy. Chưa kể, thế giới dưới lòng đất "ấm áp" hơn tưởng tượng của bất cứ ai. Nhiệt độ lên tới 180oC ở độ sâu 10.000m, cao gấp gần hai lần so với mức dự đoán. Điều gây ngạc nhiên nhất là ở độ sâu đó đá bị thấm đẫm trong nước – điều chưa ai từng nghĩ tới.

Vì không thể nhìn sâu bên trong Trái Đất, nên chúng ta cần có những phương pháp khác, trong đó chủ yếu là đọc các dữ liệu sóng khi chúng đi sâu vào bên trong và giải mã xem đó là gì. Chúng ta đã biết đôi chút về lớp phủ nhờ các ống kimberlite[1], nơi kim cương được hình thành. Những gì xảy ra là ở sâu trong lòng đất có một vụ nổ khiến một quả cầu lửa magma được bắn lên bề mặt với tốc độ siêu âm. Đây hoàn toàn là một hiện tượng ngẫu nhiên. Một ống kimberlite có thể phát nổ ở sau vườn nhà bạn khi bạn đang đọc tới dòng này. Vì chúng đến từ độ sâu lên tới 200km, nên các ống kimberlite mang theo những thứ thường không thể tìm thấy trên bề mặt: một loại đá có tên là pêriđôtit, tinh thể olivin – và đôi khi, với xác suất xấp xỉ 1% – cả kim cương nữa. Rất nhiều cácbon đã được đẩy lên từ các ống kimberlite, nhưng hầu hết chúng đều bốc hơi và trở thành đá graphit. Chỉ đôi khi một lượng cácbon được bắn lên với tốc độ vừa phải và nguội đi đủ nhanh để trở thành kim cương. Chính một ống như vậy đã biến Nam Phi trở thành quốc gia có mỏ khai thác kim cương hiệu quả nhất trên thế giới, nhưng có thể còn có những mỏ lớn hơn ở những nơi khác mà chúng ta không biết. Các nhà địa chất đã biết đâu đó tại vùng phụ cận phía đông bắc bang Indiana có dấu hiệu về một hay một nhóm các ống khổng lồ. Người ta tìm thấy những viên kim cương với kích thước lên tới 20 carat hoặc hơn rải rác tại

nhiều chỗ trên các vùng này. Song, chưa ai tìm thấy một mỏ thật sự. John McPhee nhận định, nó có thể bị vùi dưới đất lạnh, giống như miệng Manson ở Iowa, hoặc bên dưới Ngũ Đại Hồ.

1· Kimberlite là một kiểu đá núi lửa kali nổi tiếng do nó đôi khi có chứa kim cương. Tên loại đá này được đặt theo tên thị trấn Kimberley ở Nam Phi, đây là nơi phát hiện ra viên kim cương có kích thước 83,5 carat năm 1871. Kimberlit có mặt trong vỏ Trái Đất trong các cấu tạo thẳng đứng tạo thành ống kimberlite. (ND)

Vậy thì chúng ta biết được bao nhiêu về các lớp trong Trái Đất? Rất ít. Các nhà khoa học về cơ bản cho rằng thế giới dưới chân chúng ta được cấu tạo từ bốn lớp – một lớp vỏ đá, một lớp phủ bằng đá nóng chảy, một lõi ngoài thể lỏng và một lõi trong thể rắn.[1] Chúng ta biết rằng bề mặt Trái Đất chủ yếu là silicat, vốn tương đối nhẹ và do đó không đủ nặng để giải thích cho tỷ trọng tổng thể của cả hành tinh. Vì thế, hẳn phải có những thứ nặng hơn ở trong. Chúng ta biết rằng để có từ trường, đâu đó trong Trái Đất phải có một vành đai tập trung các nguyên tố kim loại ở thể lỏng. Đó là những nhận thức đã được chấp nhận trên toàn cầu. Hầu như những gì xa hơn thế – cách các lớp tương tác với nhau, điều gì đã quy định tính chất của chúng, điều gì sẽ xảy ra tại bất kỳ thời điểm nào trong tương lai – đều ít nhiều không chắc chắn và nhìn chung là rất không chắc chắn.

1· Với những ai muốn có một bức tranh chi tiết hơn về lòng đất, thì đây là kích thước của các lớp khác nhau: Từ 0 đến 40km là lớp vỏ. Từ 40 tới 400km là lớp phủ trên. Từ 400 đến 650km là khu vực trung chuyển giữa lớp phủ trên và lớp phủ dưới. Từ 650 tới 2.700km là lớp phủ dưới. Từ 2.700 tới 2.890km là lớp D. Từ 2.890 tới 5.150km là lõi ngoài, và từ 5.150 tới 6.370km là lõi trong.

Ngay cả phần mà chúng ta có thể nhìn thấy, vỏ Trái Đất, cũng vẫn là một chủ đề gây tranh cãi gay gắt. Gần như mọi tài liệu về địa chất đều nói rằng lớp vỏ dày từ 5 đến 10km dưới đáy đại dương, khoảng 40km dưới đất liền và từ 65 đến 95km dưới các dãy núi lớn, nhưng khoảng biến thiên giữa các con số khái quát này rất rộng. Chẳng hạn, phần vỏ Trái Đất dưới dãy Sierra Nevada, chỉ dày khoảng 30-40km và không ai biết tại sao. Theo các quy luật về địa chất, dãy Sierra Nevada lẽ ra đang phải chìm xuống, như bị đặt trên cát lún.

Bằng cách nào và từ khi nào Trái Đất hình thành nên lớp vỏ của mình là những câu hỏi đã chia giới địa chất thành hai trường phái

chính – những người cho rằng nó xảy ra nhanh chóng, ngay từ thuở bình minh của lịch sử Trái Đất, và những người cho rằng nó xảy ra từng bước và khá muộn màng. Về vấn đề này, người ta thường bị cảm xúc chi phối rất mạnh. Richard Armstrong, Đại học Yale, đã đề xướng một học thuyết vào những năm 1960, sau đó dành cả cuộc đời để tranh cãi với những người bất đồng chính kiến. Ông qua đời vì ung thư vào năm 1991, và theo một bài báo trên tạp chí *Earth* số ra năm 1998, không lâu trước khi mất, ông vẫn "buông những lời chỉ trích trong cuộc bút chiến trên một tạp chí về khoa học Trái Đất của Australia, cáo buộc những những người đó duy trì những điều hoang đường." "Ông ấy đến chết vẫn là một người cay nghiệt," một đồng nghiệp của ông thuật lại.

Phần vỏ và lớp phủ ngoài cùng tạo thành thạch quyển (*lithosphere*, bắt nguồn từ tiếng Hy Lạp, *lithos*, có nghĩa là đá), chúng nổi trên một lớp đá mềm hơn gọi là quyển astheno (*asthenosphere*, bắt nguồn từ tiếng Hy Lạp, nghĩa là không có sức mạnh), nhưng các thuật ngữ này không bao giờ diễn tả đầy đủ và chính xác. Nói thạch quyển nổi trên quyển astheno là hàm ý một độ trôi dạt tương đối nhưng điều này không thật sự chính xác. Tương tự, sẽ rất sai lầm nếu hình dung sự trôi dạt của các lớp đá giống như sự chảy của các loại vật chất trên bề mặt Trái Đất. Sự vận động này không khác gì với sự vận động trong các tấm kính. Có vẻ không thật trực quan song tất cả kính trên Trái Đất đều chảy xuống phía dưới do sự lôi kéo không ngừng của trọng lực. Tháo một tấm kính thật cổ từ cửa sổ của một nhà thờ châu Âu, ta sẽ thấy chắc chắn rằng phần đáy của nó dày hơn phần đỉnh.[1] Đó là sự "chảy" mà chúng ta đang đề cập tới. Kim giờ trên đồng hồ có vận tốc gấp khoảng 10.000 lần so với tốc độ "chảy" của các lớp đá ở phần phủ.

---

[1] · Hoặc là nó thường được viết như vậy. Tuy nhiên, vào mùa hè năm 2003 khi cuốn sách này ra đời, Science News đã công bố một nghiên cứu của Giáo sư E. D. Zanotto (Brazil) cho rằng dù tấm kính có cổ đến thế nào, sự chảy của nó thật sự quá chậm để có thể nhận thấy được bằng mắt thường.

Những chuyển động này không chỉ mang tính một chiều giống như các mảng của Trái Đất vận động quanh bề mặt, mà còn cả lên và xuống nữa bởi các lớp đá nâng lên và hạ xuống trong một quá trình đảo lộn được gọi là sự đối lưu. Đối lưu với tư cách một quá trình lần đầu tiên được trình bày bởi Bá tước Rumford vào cuối thế kỷ XVIII. Sáu mươi năm sau, một tu sĩ người Anh, Osmond Fisher, đã tiên tri rằng phần trong của Trái Đất phải đủ mềm để vật chất chuyển động xung quanh, nhưng phải mất rất nhiều thời

gian, ý tưởng này mới nhận được sự ủng hộ.

Vào khoảng năm 1970, khi các nhà địa chất nhận ra trong lòng đất mọi thứ diễn ra bất ổn thế nào, nó đã trở thành một cú sốc lớn. Như Shawna Vogel đã đề cập trong cuốn sách *Naked Earth: The New Geophysics* [tạm dịch: *Trái Đất trần trụi: Địa vật lý mới*]: "Nó giống như việc các nhà khoa học đã bỏ ra hàng thế kỷ nghiên cứu về các lớp khí quyển của Trái Đất – tầng đối lưu, tầng bình lưu, v.v… – và sau đó tình cờ hiểu rõ về gió."

Độ sâu của quá trình đối lưu đã trở thành đề tài tranh luận kể từ đó. Một số người cho rằng nó bắt đầu từ độ sâu 650km, những người khác thì đưa ra con số hơn 3.000km. Vấn đề là, như James Trefil đã nhận xét, "có hai bộ số liệu theo các trật tự khác nhau và không thể thống nhất." Các nhà địa vật lý cho rằng các yếu tố nhất định trên bề mặt Trái Đất không thể được sinh ra từ lớp phủ trên mà phải xuất phát từ nơi sâu hơn. Do đó, vật chất của lớp phủ trên và dưới phải thỉnh thoảng được trộn lên. Các nhà địa chấn học thì khẳng định rằng giả thuyết này không dựa trên bằng chứng khách quan.

Vì thế, những gì ta có thể nói là tại một điểm không xác định khi ta hướng về tâm Trái Đất, ta sẽ rời khỏi quyển astheno và đi vào lớp phủ thuần túy. Chiếm tới 82% kích thước và 65% khối lượng của Trái Đất, lớp phủ không thu hút được nhiều sự chú ý, chủ yếu bởi những thứ làm các nhà khoa học và độc giả quan tâm nhìn chung thường xảy ra ở sâu hơn (chẳng hạn từ trường) hoặc nông hơn (chẳng hạn động đất). Chúng ta biết rằng cho tới độ sâu khoảng 150km, lớp phủ chủ yếu được cấu tạo bởi đá peridotit, nhưng cái gì lấp đầy 2.650km tiếp theo thì chưa ai biết. Theo một báo cáo trên tạp chí *Nature*, có lẽ đó không phải là peridotit, còn cụ thể là gì thì chúng ta chưa rõ.

Bên dưới lớp phủ là hai lõi, một lõi cứng phía trong và một lõi mềm bên ngoài. Không cần nói thêm, những gì chúng ta biết được về bản chất của các lõi này là không rõ ràng, nhưng các nhà khoa học có thể đưa ra một vài giả định hợp lý. Họ biết rằng áp suất trong tâm Trái Đất đủ lớn – gấp hơn ba triệu lần so với trên mặt đất – để biến bất cứ loại đá nào trở nên rắn chắc. Từ lịch sử Trái Đất (cùng các bằng chứng khác), người ta cũng biết rằng lõi trong có khả năng giữ nhiệt rất tốt. Mặc dù vẫn chỉ là một dự đoán, nhưng người ta cho rằng trong hơn bốn tỷ năm qua, nhiệt độ trong tâm Trái Đất chưa giảm đi quá 110°C. Không ai biết chính xác nhiệt độ ở tâm Trái Đất, có lẽ vào khoảng từ 4000°C - 7000°C, tương đương nhiệt độ tại bề mặt Mặt Trời.

Lõi ngoài thậm chí còn là bí ẩn lớn hơn xét về nhiều mặt, cho dù mọi người đều đồng ý rằng nó ở dạng lỏng và sinh ra từ trường. Lý thuyết được đề xuất bởi E. C. Bullard tại Đại học Cambridge vào năm 1949 là phần chất lỏng của tâm Trái Đất xoay theo cách khiến nó trở thành một động cơ điện, tạo ra từ trường Trái Đất. Giả thuyết là các chất lỏng đối lưu trong Trái Đất có vai trò tương đối giống với các dòng điện trong dây dẫn. Không ai biết chính xác điều gì đang diễn ra, nhưng khá chắc chắn là nó liên quan tới sự xoay của phần lõi và bản chất lỏng của nó. Các thiên thể không có lõi lỏng, chẳng hạn Mặt Trăng và sao Hỏa, đều không có từ trường.

Chúng ta biết rằng từ trường Trái Đất thay đổi cường độ theo thời gian: vào thời kỳ khủng long, nó mạnh hơn ngày nay gấp ba lần. Chúng ta cũng biết rằng nó đổi chiều sau trung bình cứ nửa triệu năm, dù con số trung bình này lại ẩn chứa mức độ khó dự đoán rất lớn. Lần đổi chiều cuối cùng là khoảng 750 nghìn năm trước. Đôi khi nó không đổi chiều trong suốt hàng triệu năm – 37 triệu năm có lẽ là khoảng thời gian dài nhất – và có những lần nó đổi chiều chỉ sau 20.000 năm. Trong 100 triệu năm qua, tổng cộng từ trường Trái Đất đã đổi chiều khoảng 200 lần mà chúng ta không thể lý giải. Đây là câu hỏi không lời đáp vĩ đại nhất trong khoa học địa chất.

Hiện nay, chúng ta có thể đang trải qua một đợt đảo chiều. Từ trường Trái Đất đã giảm khoảng 6% chỉ trong thế kỷ trước. Bất cứ sự suy giảm từ tính nào đều có thể là một tin xấu, bởi từ trường ngoài tác dụng giữ các tờ giấy nhớ không rơi khỏi tủ lạnh và khiến la bàn chỉ đúng hướng, thì còn đóng vai trò trọng yếu đối với sự sống của chúng ta. Vũ trụ chứa đầy những tia độc hại, và nếu thiếu sự bảo vệ của từ trường, chúng ta hẳn đã bị xé ra thành từng mảnh ADN vô dụng. Khi từ trường Trái Đất hoạt động tốt, các tia này sẽ bị đẩy ra xa bề mặt Trái Đất tới hai vùng gọi là các vành đai Van Allen. Chúng cũng tương tác với các hạt trong khí quyển để tạo thành thứ ánh sáng đẹp mê hồn gọi là cực quang.

Một phần lớn nguyên nhân của việc chúng ta không biết gì là vì trong lịch sử có rất ít nỗ lực kết nối những gì xảy ra ở bề mặt Trái Đất với những thứ đang diễn ra trong nó. Theo lời Shawna Vogel: "Các nhà địa chất và địa vật lý hiếm khi cùng ngồi họp hay hợp tác với nhau về cùng một vấn đề."

Có lẽ không có gì cho thấy hiểu biết hạn chế của chúng ta về sự năng động của phần trong Trái Đất bằng sự bị động khi nó hoạt động, và ví dụ đáng nhớ nhất là vụ phun trào của núi lửa St

Helens ở bang Washington vào năm 1980.

Vào thời điểm đó, 48 bang thấp hơn của nước Mỹ chưa từng phải chứng kiến núi lửa phun trào trong hơn 65 năm. Vì thế đa số các nhà khoa học núi lửa của Mỹ được triệu tập để giám sát và dự đoán chỉ mới được chứng kiến các núi lửa hoạt động tại Hawaii, và hóa ra chúng hoàn toàn không giống nhau.

St Helens bắt đầu cho thấy những bất ổn đáng ngại của mình từ ngày 20 tháng Ba. Trong một tuần liền, nó đã phun magma hàng trăm lần mỗi ngày, dù với một lượng nhỏ và liên tục rung lên vì động đất. Người dân được sơ tán với khoảng cách được cho là an toàn, 13km. Khi những bất ổn gia tăng, St Helens trở thành điểm du lịch hấp dẫn trên thế giới. Báo chí đưa tin hằng ngày về những nơi đẹp nhất để ngắm cảnh. Các đoàn phóng viên truyền hình lũ lượt bay tới đỉnh núi, có người còn leo lên đây. Có ngày, hơn 70 chiếc trực thăng và máy bay nhẹ quây kín đỉnh núi. Nhưng khi thời gian trôi qua và không có biến chuyển gì lớn, mọi người trở nên nóng ruột và cho rằng núi lửa này cuối cùng sẽ không phun trào.

Vào ngày 19 tháng Tư, sườn phía bắc của ngọn núi bắt đầu phồng lên trông thấy. Điều đáng chú ý là không cơ quan hữu trách nào nhận thấy đây là dấu hiệu của một vụ nổ cận kề. Các nhà địa chấn học kiên quyết đưa ra kết luận dựa trên hoạt động của các núi lửa ở Hawaii, vốn không phun trào ra hai bên. Gần như chỉ có một người tin rằng điều rất tồi tệ sắp sửa xảy ra. Đó là Jack Hyde, một giáo sư địa chất tại một trường cao đẳng cộng đồng ở Tacoma. Ông đã chỉ ra rằng St Helens không có lỗ thông mở như các núi lửa ở Hawaii, và áp lực gia tăng trong nó chắc chắn sẽ được giải phóng một cách ngoạn mục và có lẽ là khủng khiếp. Song, Hyde không phải thành viên của đội ngũ các nhà khoa học chính thức nên nhận định của ông không được chú ý.

Chúng ta đều biết điều gì xảy ra sau đó. Khoảng 8 giờ 32 phút sáng Chủ nhật, ngày 18 tháng Năm, sườn trái của ngọn núi lửa sụp xuống, kéo theo một trận lở đất đá khổng lồ với vận tốc gần 250km/giờ. Đây là vụ lở đất lớn nhất trong lịch sử nhân loại, đủ để vùi Manhattan dưới độ sâu 120m. Một phút sau, khi sườn núi yếu hẳn đi, St Helens phát nổ với sức mạnh của 27.000 trái bom nguyên tử cỡ Hiroshima, và bắn ra những đám mây nóng chết người với tốc độ 1.050km/giờ – quá nhanh để bất cứ ai đang ở gần đó có thể chạy thoát. Nhiều người từng nghĩ đã ở nơi an toàn, thường là những nơi khuất tầm nhìn núi lửa, cũng bị cuốn đi. Năm mươi bảy người tử vong, trong đó 23 thi thể vĩnh viễn mất

tích. Con số thương vong sẽ còn nhiều hơn nếu đó không phải là Chủ nhật. Vào ngày làm việc thông thường, nhiều công nhân lâm nghiệp hẳn sẽ làm việc ngay trong khu vực chết chóc đó. Thậm chí, có những nạn nhân ở cách St Helens 30km.

Người may mắn nhất ngày hôm đó là một nghiên cứu sinh có tên Harry Glicken. Anh phụ trách một điểm quan sát cách ngọn núi 9km, nhưng vì có buổi phỏng vấn vào ngày 18 tháng Năm tại trường ở California, anh đã rời điểm quan sát một ngày trước khi vụ phun trào diễn ra. Người thay thế anh là David Johnston. Johnston là người đầu tiên báo tin ngọn núi lửa sắp phát nổ, và chỉ sau một tích tắc anh đã qua đời. Thi thể của anh vĩnh viễn mất tích. Sự may mắn của Glicken chỉ là nhất thời. Mười một năm sau, ông là một trong số 43 nhà khoa học và nhà báo bị kẹt trong tro và khí siêu nóng cùng với đá nóng chảy, thứ chúng ta vẫn gọi là dòng nham thạch, tại núi Unzen ở Nhật Bản. Đây là một thảm họa khác khi một ngọn núi lửa nữa bị đánh giá sai.

Các nhà núi lửa học có thể không phải là những nhà khoa học tồi nhất trên thế giới xét về phương diện đưa ra dự báo, nhưng chắc chắn họ là những người tồi nhất vì không nhận ra các phán đoán của mình tồi như thế nào. Chưa đầy hai năm sau thảm họa Unzen, một nhóm các nhà quan sát khác do Stanley Williams của Đại học Arizona dẫn đầu đã leo xuống rìa của một ngọn núi lửa đang hoạt động tại Colombia có tên là Galeras. Bất chấp những cái chết mới xảy ra trong các năm trước đó, chỉ 2 trong số 16 thành viên của nhóm này được trang bị mũ bảo hiểm hoặc các thiết bị bảo hộ khác. Ngọn núi lửa phun trào, giết chết 6 nhà khoa học cùng 3 du khách khác đi theo họ, những người còn lại bị thương nghiêm trọng, kể cả Williams.

Trong một cuốn sách không có chút gì tự trách mình mang tên *Surviving Galeras* [tạm dịch: *Sống sót ở Galeras*], Williams nói ông chỉ có thể lắc đầu ngao ngán khi sau này biết được các đồng nghiệp của ông trong lĩnh vực khoa học núi lửa cho rằng ông đã xem thường và đánh giá không đúng tầm quan trọng của các tín hiệu địa chấn, dẫn đến những hành động liều lĩnh. “Không khó để nói vuốt đuôi sau khi sự việc đã xảy ra, nhất là khi áp dụng tri thức ngày nay vào một sự kiện xảy ra năm 1993,” ông viết. Ông tin mình không làm gì sai ngoài việc chọn thời điểm không may mắn khi núi Galeras “hoạt động một cách tùy tiện, theo cách các thế lực tự nhiên thường làm. Tôi đã bị lừa và tôi sẽ chịu trách nhiệm về điều đó. Tuy vậy, tôi không thấy mình có lỗi đối với cái chết của các đồng nghiệp. Không có tội lỗi nào ở đây cả. Chỉ có duy nhất sự phun trào.”

Hãy trở lại với Washington. Núi St Helens đã mất 400m phần đỉnh và hơn 600km2 rừng đã bị phá hủy. Số gỗ đủ để xây dựng 150.000 ngôi nhà (thậm chí theo một vài báo cáo là 300.000) đã bị cuốn đi. Thiệt hại được xác định lên tới 2,7 tỷ đô-la. Một cột khói và tro khổng lồ bốc cao tới 18.000m trong chưa đầy 10 phút. Một máy bay cách đó 48km cho biết là đã bị đá bắn vào.

Chín mươi phút sau vụ nổ, tro bắt đầu trút xuống Yakima, Washington, một cộng đồng gồm 50.000 cư dân ở cách đó 130km. Như bạn có thể hình dung, tro đã biến ngày thành đêm và xâm nhập vào mọi thứ, làm tắc nghẽn động cơ, máy phát điện và thiết bị chuyển mạch điện, khiến người đi bộ nghẹt thở, chặn đứng các hệ thống lọc và nói chung khiến mọi thứ ngưng trệ. Sân bay phải ngừng hoạt động và các đường cao tốc ra vào thành phố phải đóng lại.

Tất cả những điều này chắc chắn sẽ xảy ra, như bạn đã thấy, chỉ cần căn cứ vào hướng gió của một ngọn núi lửa đã ầm ầm đe dọa suốt hai tháng. Song Yakima không có quy trình xử lý tình huống núi lửa phun trào khẩn cấp. Hệ thống thông tin khẩn cấp của thành phố, lẽ ra phải hoạt động tất bật trong thảm họa, lại không thể phát sóng vì đội ngũ nhân viên trực sáng Chủ nhật không biết cách vận hành thiết bị. Trong suốt ba ngày, Yakima bị tê liệt và cô lập khỏi thế giới. Toàn thành phố bị phủ một lớp tro dày 1,5cm sau vụ phun trào của St Helens. Bây giờ hãy ghi nhớ những điều này khi chúng ta xem một vụ phun trào ở núi lửa Yellowstone sẽ gây ra điều gì.

15
Vẻ đẹp nguy hiểm

Vào những năm 1960, trong khi nghiên cứu lịch sử núi lửa của Công viên Quốc gia Yellowstone, Bob Christiansen thuộc Ban Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ kinh ngạc về một điều chưa từng khiến ai băn khoăn trước đó: ông không thể tìm thấy ngọn núi lửa của công viên này. Từ lâu người ta đã biết, về bản chất Yellowstone là một ngọn núi lửa – đây là lý do giải thích cho những mạch nước phun trào và hơi nước bốc lên – các ngọn núi lửa đều khá dễ thấy. Tuy nhiên, Christiansen không thể tìm thấy ngọn núi lửa Yellowstone ở bất cứ đâu. Đặc biệt, ông không thể tìm thấy một cấu trúc được gọi là miệng núi lửa.

Đa số chúng ta khi nghĩ tới núi lửa sẽ thường hình dung tới hình chóp kinh điển của núi Phú Sĩ hay Kilimanjaro, vốn được tạo thành do magma phun trào và tích tụ lại thành một gò cao cân xứng. Chúng có thể hình thành rất nhanh. Năm 1943 tại Paricutín, Mexico, một nông dân kinh ngạc nhận thấy khói bốc lên từ một mảnh ruộng trên cánh đồng của mình. Sau một tuần, ông bất ngờ trở thành chủ sở hữu của một gò đất cao 152m. Sau hai năm, nó cao đến gần 430m và có chiều ngang 800m. Tổng cộng, có khoảng 1.000 ngọn núi lửa có thể nhìn thấy được trên bề mặt Trái Đất nhưng chỉ vài trăm ngọn trong đó vẫn chưa tắt. Còn có một loại núi lửa khác, ít được biết đến hơn vì chúng không trở thành những ngọn núi cao. Loại núi lửa này mạnh đến mức khi nổ, chúng sẽ nổ một lần thật khủng khiếp và để lại vết lõm khổng lồ, đó chính là miệng núi lửa. Rõ ràng, Yellowstone thuộc loại thứ hai; nhưng Christiansen không thể tìm thấy miệng của nó ở bất cứ đâu.

Tình cờ, ngay lúc này NASA quyết định sẽ thử một số máy ảnh tầm cao bằng cách chụp một số hình ảnh của Yellowstone. Một quan chức tốt bụng đã chuyển cho ban giám đốc công viên các

bản sao với hy vọng chúng sẽ được trưng bày rộng rãi. Khi Christiansen nhìn thấy các bức ảnh, ông thấy ngay lý do mình không thể tìm thấy miệng núi lửa: sự thật là toàn bộ công viên – với diện tích 9.000km^2 – là một miệng núi lửa. Vụ nổ đã để lại một miệng núi lửa rộng gần 65km bề ngang – quá rộng để có thể cảm nhận được khi đứng trên mặt đất. Tại một thời điểm nào đó trong quá khứ, Yellowstone hẳn đã phát nổ với quy mô khủng khiếp hơn bất cứ thứ gì con người từng biết.

Hóa ra Yellowstone là một siêu núi lửa. Nó nằm trên một điểm nóng khổng lồ, một hồ chứa đá nóng chảy có độ sâu ít nhất 200km dưới lòng đất và dâng cao gần tới mặt đất, tạo ra một khối đất đá nóng chảy trồi lên (được gọi là superplume). Nhiệt độ từ điểm nóng này là nguồn năng lượng cho tất cả các lỗ thông hơi, mạch nước, suối nước nóng và bùn sôi của Yellowstone. Bên dưới bề mặt là một bể magma có bề rộng khoảng 72km – gần như cùng kích thước với công viên – với độ dày lớn nhất có thể đạt tới 13km. Hãy tưởng tượng một kho thuốc nổ có kích thước bằng một quận của Anh, cao tới 13km, gần bằng chiều cao của các đám mây ti cao nhất, bạn sẽ hình dung được thứ mà các du khách tới Yellowstone đang đi dạo bên trên. Áp lực của bể magma này lên phần vỏ Trái Đất đã nâng Yellowstone và khu vực phụ cận lên khoảng một nửa kilômét so với độ cao thông thường. Nếu nó phát nổ, thảm họa sẽ vượt quá khả năng tưởng tượng. Theo giáo sư Bill McGuire, Đại học London, nếu ngọn núi lửa này phun trào, "bạn sẽ không thể tới gần nó trong bán kính 1.000km". Nó sẽ kéo theo những thứ tồi tệ hơn nữa.

Loại superplume phía dưới Yellowstone khá giống một ly martini – phần dưới nhỏ và nở rộng khi tiến lên gần bề mặt, tạo thành một trong những chiếc bát khổng lồ chứa magma lưu động. Một số chiếc bát như vậy có thể có bề ngang lên đến 1.900km. Theo các lý thuyết hiện nay, chúng không phải luôn phun trào mà đôi khi vỡ ra tạo thành một đợt tuôn đổ liên tục – một trận lũ – đá nóng chảy, giống như những gì đã xảy ra với các Bẫy Deccan ở Ấn Độ 65 triệu năm trước. Chúng trải trên diện tích hơn 500,000km^2, và có thể đã góp phần gây ra sự tuyệt chủng của loài khủng long do sự thoát ra các loại khí độc hại. Các superplume cũng có thể là nguyên nhân gây ra các vết nứt khiến các lục địa đứt gãy.

Các dòng đá nóng (hay còn gọi là plume) như vậy không hiếm. Có khoảng 30 dòng hiện đang hoạt động trên Trái Đất và chịu trách nhiệm về sự ra đời của những hòn đảo và quần đảo nổi tiếng nhất – Iceland, Hawaii, Azores, Canaries và quần đảo Galápagos, đảo Pitcairn nhỏ ở giữa Nam Thái Bình Dương và nhiều đảo khác – trừ

Yellowstone, chúng đều nằm ngoài đại dương. Không ai lý giải được tại sao Yellowstone lại nằm trên một mảng lục địa. Chỉ có hai điều chắc chắn: phần vỏ Trái Đất ở Yellowstone mỏng và bên dưới đó là một thế giới nóng bỏng. Nhưng liệu phần vỏ mỏng do điểm nóng này, hay điểm nóng này xuất hiện tại đây vì phần vỏ mỏng là một vấn đề gây tranh cãi gay gắt. Bản chất lục địa của phần vỏ tạo ra khác biệt lớn cho sự phun trào của nó. Trong khi các siêu núi lửa khác có xu hướng xì hơi dần theo cách tương đối an toàn, Yellowstone sẽ nổ tung. Điều này không thường xảy ra, nhưng khi đó, hẳn bạn sẽ muốn trốn đi thật xa.

Kể từ lần phun trào đầu tiên cách đây 16,5 triệu năm, nó đã nổ khoảng 100 lần. Tuy nhiên, ba lần gần đây nhất là những lần thường được nhắc đến. Lần cuối cùng có quy mô bằng vụ ở núi St Helens; lần trước đó lớn hơn thế 280 lần và lần trước đó nữa thì lớn tới mức không ai biết chính xác nó lớn đến mức nào. Ít nhất là gấp 2.500 lần nhưng có lẽ là một con số khổng lồ hơn – 8.000 lần.

Chúng ta hoàn toàn không có gì để so sánh với nó. Vụ gần nhất trong thời cận đại là của núi lửa Krakatau ở Indonesia vào tháng Tám năm 1883, với một tiếng nổ vang dội khắp thế giới trong suốt chín ngày, khiến nước bị xô đến tận eo biển Manche. Song, nếu hình dung lượng vật chất phun ra từ Krakatau có kích thước như một quả bóng golf thì vụ nổ lớn nhất của Yellowstone sẽ có kích thước như một khối cầu đủ để bạn nấp đằng sau. Với thang đo này, vụ phun trào của núi St Helens chỉ có quy mô không quá một hạt đậu.

Vụ phun trào Yellowstone hai triệu năm trước đã thải ra lượng tro đủ để chôn vùi bang New York dưới độ sâu 20m hoặc California dưới độ sâu 6m. Đây chính là tro ở khu hóa thạch của Mike Voorhies ở phía đông Nebraska. Vụ nổ xảy ra ở nơi mà ngày nay là bang Idaho, nhưng qua hàng triệu năm, với tốc độ khoảng 2,5cm mỗi năm, vỏ Trái Đất đã trượt qua đó, vì thế ngày nay nó đang nằm ngay bên dưới vùng tây bắc Wyoming. (Điểm nóng vẫn nằm yên một chỗ như một ngọn đuốc axêtylen hướng lên trần nhà.) Sau khi thức giấc, nó sẽ để lại một loại đồng bằng núi lửa màu mỡ, lý tưởng để trồng khoai tây, như nông dân Idaho từ lâu đã phát hiện ra. Trong hai triệu năm nữa, rất có thể Yellowstone sẽ cung cấp khoai tây chiên cho McDonald's và người dân vùng Billings, Montana, sẽ đi dạo quanh các mạch nước nóng của nó (các nhà địa chất học vốn ưa đùa).

Số tro rơi xuống từ lần phun trào gần nhất của nó phủ lên toàn bộ hoặc một phần của 19 bang phía tây (và thêm một phần Canada

và Mexico) – gần như toàn bộ lãnh thổ phía tây sông Mississippi của Mỹ. Nên nhớ đây là vựa lúa mì của đất nước này, và là nơi sản xuất ra gần một nửa lượng ngũ cốc của thế giới. Cũng nên nhớ tro không giống như tuyết sẽ tan vào mùa xuân. Nếu muốn trồng cấy lại, bạn sẽ phải tìm nơi để dọn tro đi. Hàng nghìn công nhân đã phải mất tới 8 tháng để dọn sạch 1,8 tỷ tấn mảnh vụn sau thảm họa tại Trung tâm Thương mại Thế giới có diện tích 6,5 héc-ta ở New York. Thử hình dung sẽ mất bao nhiêu thời gian để dọn sạch cả Kansas.

Đó là còn chưa xét tới các hệ quả về mặt khí hậu. Vụ phun trào siêu núi lửa gần nhất trên Trái Đất xảy ra tại Toba, phía bắc Sumatra khoảng 74.000 năm trước. Không ai biết nó lớn cỡ nào nhưng chắc hẳn là khổng lồ. Các lõi băng ở Greenland cho thấy rằng vụ nổ Toba kéo theo ít nhất sáu năm "mùa đông núi lửa"[1] và chỉ có Chúa mới biết sau đó là bao nhiêu mùa thất bát. Người ta cho rằng đây có thể là nhân tố đã đẩy loài người tới bờ vực tuyệt chủng, làm giảm dân số toàn cầu xuống chỉ còn vài nghìn cá thể. Điều này đồng nghĩa với việc *loài người hiện đại* vốn phát triển từ một cơ số dân rất nhỏ, và nó lý giải cho sự thiếu đa dạng gen của chúng ta. Có bằng chứng cho thấy rằng trong suốt 2.000 năm tiếp theo, tổng số cư dân trên Trái Đất không có lúc nào nhiều hơn vài nghìn người. Rõ ràng, điều không cần nói thêm nữa là loài người hẳn đã mất một thời gian rất dài để trở lại bình thường chỉ sau một vụ nổ núi lửa.

1· Hiện tượng những đám mây tro bụi từ núi lửa sẽ đẩy ngược những tia nắng mặt trời lên cao và ngăn không cho chúng chiếu xuống mặt đất, khiến mặt đất trở nên băng giá.

Tất cả những điều này chỉ là một giả thuyết thú vị cho đến tận năm 1973, khi một sự kiện lạ lùng khiến nó đột nhiên trở nên nghiêm trọng: nước ở hồ Yellowstone, nằm ở trung tâm của công viên, bắt đầu tràn qua bờ hồ phía nam làm ngập một bãi cỏ, trong khi ở bờ bên kia, nước hồ biến mất một cách bí ẩn. Các nhà địa chất đã gấp rút điều tra và phát hiện rằng một phần rộng lớn của công viên đã phình lên một cách đáng ngại. Nó nâng đất ở một đầu của hồ lên khiến nước chảy ra ở đầu kia, tương tự như khi bạn nghiêng một chậu nước. Đến năm 1984, toàn bộ vùng trung tâm của công viên – với diện tích khoảng 100km^2 – đã cao hơn 1m so với vị trí đo được trong lần khảo sát chính thức gần nhất vào năm 1924. Sau đó, vào năm 1985, khu vực trung tâm này đã hạ xuống khoảng 20cm. Tuy nhiên hiện nay, nó có vẻ lại sắp trồi lên.

Các nhà địa chất học nhận ra rằng chỉ một nhân tố có thể gây ra hiện tượng này – một bể magma bất ổn. Yellowstone không phải là di chỉ của một siêu núi lửa cổ đại; mà là một siêu núi lửa đang hoạt động. Cũng chính thời gian này, họ đã tính ra được chu kỳ phun trào của Yellowstone, trung bình một vụ nổ lớn sẽ diễn ra sau 600.000 năm. Lần cuối cùng là cách đây 630.000 năm. Có lẽ đã sắp đến lúc Yellowstone gây ra một đại thảm họa.

"Có vẻ không phải thế nhưng anh đang đứng trên ngọn núi lửa lớn nhất còn đang hoạt động trên thế giới," Paul Doss, nhà địa chất học của Công viên Quốc gia Yellowstone, nói với tôi ngay sau khi nhảy xuống từ chiếc xe Harley-Davidson và bắt tay tôi tại trụ sở của Công viên ở Mammoth Hot Springs vào một sáng tháng Sáu đẹp trời. Sinh ra và lớn lên ở Indiana, Doss là một người dễ mến, ăn nói nhỏ nhẹ và cực kỳ chu đáo, với bề ngoài không khác gì một nhân viên phục vụ ở Công viên Quốc gia. Ông có hàng râu xám và tóc buộc kiểu đuôi ngựa, một tai ông đeo chiếc khuyên saphia nhỏ. Một chút mỡ bụng làm căng bộ đồng phục Công viên còn làm ông trông rất bảnh bao. Trông ông giống một nhạc công blues hơn là một viên chức nhà nước. Thật ra, ông đúng là một nhạc công harmonica. Nhưng chắc chắn ông am hiểu và yêu thích ngành địa chất. "Tôi đã có dịp thực hành nó ở nơi tốt nhất trên thế giới," ông nói khi chúng tôi lên một chiếc xe điện bốn bánh, xóc nẩy, hướng về Old Faithful. Ông đã đồng ý cho tôi đi theo suốt một ngày để quan sát ông đi lại và thực hiện các nhiệm vụ của một nhà địa chất học làm việc tại Yellowstone. Công việc đầu tiên của ngày hôm đó là trò chuyện với một lứa hướng dẫn viên du lịch mới.

Yellowstone, tôi không cần phải nói nhiều, thật tuyệt đẹp với những ngọn núi trang nghiêm, đàn bò rừng nhởn nhơ trên đồng cỏ, những con suối sục sôi, mặt hồ xanh màu da trời và vô số loài sinh vật hoang dã. "Với một nhà địa chất, chẳng có gì đẹp hơn thế nữa" Doss nói. "Phía trên Beartooth Gap là những tảng đá với độ tuổi gần ba tỷ năm – ba phần tư quãng thời gian kể từ khi Trái Đất hình thành – và ở đây anh có những suối nước khoáng" – ông chỉ vào dòng nước nóng chứa lưu huỳnh mà từ đó thắng cảnh được đặt tên Mammoth – "nơi anh có thể quan sát các viên đá đang được sinh ra. Nằm giữa chúng là tất cả những gì anh có thể tưởng tượng. Tôi chưa từng thấy ở đâu ngành khoa học địa chất lại cụ thể và đẹp đẽ hơn thế."

"Vậy ông thích nó chứ?" tôi hỏi.

"Ồ không, đúng ra là tôi yêu nó," ông trả lời bằng sự chân thành tự

đáy lòng. “Tôi muốn nói rằng tôi yêu mọi thứ ở đây. Tuy mùa đông rất khắc nghiệt và lương thì không quá hấp dẫn, nhưng đối với một nơi đẹp đến thế này, những thứ đó chỉ là…”

Ông tự ngắt lời để chỉ cho tôi thấy một khoảng trống giữa một dãy núi nằm về phía tây vừa mới hiện lên trong tầm mắt. Ông cho tôi biết dãy núi này có tên là Gallatins. “Khoảng trống kia có thể rộng tới 60 hoặc 70 dặm. Suốt một thời gian dài không ai biết tại sao nó lại tồn tại cho đến khi Bob Christiansen nhận ra rằng nó phải như vậy vì cả dãy núi đang dần bị xóa sổ. Khi thấy 60 dặm của một dãy núi bị thổi bay, bạn có thể hiểu rằng mình đang đối diện với một lực lượng đầy quyền năng. Phải mất sáu năm để Christiansen hiểu ra mọi việc.”

Tôi hỏi ông điều gì từng khiến Yellowstone nổ tung. “Tôi không biết. Không ai biết cả. Núi lửa là các thực thể kì lạ. Chúng ta không thể hiểu hết về chúng. Núi lửa Vesuvius ở Ý đã hoạt động suốt 300 năm cho đến khi nó phun trào vào năm 1944 rồi từ đó bỗng ngừng lại, không có bất cứ động tĩnh nào kể từ đó. Một số nhà khoa học núi lửa cho rằng nó đang tự nạp năng lượng một cách ngoạn mục, và đây là mối lo lớn đối với hai triệu người sống quanh nó. Song, không ai thật sự biết điều gì sẽ xảy ra.”

“Ông sẽ nhận được những tín hiệu cảnh báo nào nếu Yellowstone sắp nổ tung?”

Ông nhún vai. “Không ai sống gần nó vào lần phát nổ gần nhất nên cũng không ai biết các dấu hiệu cảnh báo như thế nào. Có thể anh sẽ thấy một chuỗi các trận động đất, mặt đất bị nâng cao đôi chút, và cũng có thể là một vài thay đổi trong hoạt động của các mạch nước và hơi nóng, song không ai dám chắc về điều này.”

“Nghĩa là nó hoàn toàn có thể phát nổ mà không báo trước?”

Ông thành thật gật đầu. Ông giải thích rằng vấn đề là ở một mức độ nào đó, gần như tất cả những gì có thể tạo ra dấu hiệu cảnh báo đều có ở Yellowstone. “Các trận động đất nhìn chung là sứ giả của các vụ núi lửa phun trào, và chúng không phải của hiếm tại công viên này – 1.260 trận trong năm trước. Đa số chúng rất nhỏ nên con người không cảm nhận được, song dù sao đó vẫn là động đất.”

Sự thay đổi trong cách thức phun của các mạch nước, theo ông, cũng là một dấu hiệu, nhưng chúng cũng biến đổi ngoài khả năng dự đoán. Một trong các mạch nước nổi tiếng nhất tại đây là Excelsior. Nó từng phun thường xuyên và với độ cao hết sức

ngoạn mục của một cột nước lên tới 100m, nhưng đến năm 1890 đột nhiên nó ngừng phun. Năm 1985, nó hoạt động trở lại nhưng các cột nước chỉ đạt độ cao 25m. Steamboat Geyser là mạch nước lớn nhất trên thế giới khi phun với độ cao cột nước đạt tới 120m. Nhưng khoảng cách giữa mỗi lần phun của nó là từ bốn ngày cho tới gần 50 năm. "Nếu hôm nay nó phun và tuần sau lại thế, điều đó không cho chúng ta biết trước điều gì sẽ xảy ra trong tuần sau, tuần sau nữa hoặc thậm chí 20 năm nữa," Doss nói. "Toàn bộ công viên đều luôn bất ổn đến mức không thể rút ra bất cứ kết luận nào từ các hiện tượng xảy ra."

Sơ tán khỏi Yellowstone chắc chắn không phải là một việc đơn giản. Công viên đón khoảng ba triệu lượt du khách mỗi năm, đỉnh điểm là các tháng mùa hè. Có rất ít con đường trong công viên, và chúng được thiết kế hẹp một cách có chủ ý, một phần để hạn chế tốc độ, một phần để bảo tồn cảnh quan và một phần do hạn chế địa hình. Vào mùa hè, có thể phải mất nửa ngày để đi ngang qua công viên và mất hàng giờ để tới được bất cứ điểm nào trong đó. "Bất cứ khi nào du khách nhìn thấy các loài động vật, họ sẽ dừng ngay lại dù họ đang đứng ở đâu," Doss nói. "Đường bị tắc vì gấu, vì bò rừng và vì chó sói."

Mùa thu năm 2000, các đại diện từ cơ quan Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ và Công viên Quốc gia cùng với một số học giả đã gặp gỡ và xây dựng Đài quan sát Núi lửa Yellowstone. Bốn cơ quan tương tự thực chất đã tồn tại – ở Hawaii, California, Alaska và Washington – nhưng điều kỳ lạ là ngay tại khu vực núi lửa lớn nhất thế giới lại không có. Đài quan sát này thực chất là một ý tưởng hơn là một công trình – nó thể hiện sự đồng thuận trong việc phối hợp nghiên cứu và phân tích hệ địa chất đa dạng của công viên. Doss nói với tôi rằng một trong những nhiệm vụ đầu tiên của nó là đưa ra sơ thảo kế hoạch cho hiểm họa động đất và núi lửa – một kế hoạch hành động cho tình huống khẩn cấp.

"Vậy là chúng ta chưa từng có kế hoạch nào như thế?" tôi hỏi.

"Chưa. Rất tiếc là vậy. Nhưng sẽ sớm thôi."

"Không phải như thế là hơi chậm sao?"

Ông mỉm cười. "Ồ, hãy nghĩ rằng việc chuẩn bị không hề là quá sớm."

Khi kế hoạch được hoàn tất, dự kiến ba người – Christiansen ở Menlo Park, California, giáo sư Robert B. Smith tại Đại học Utah và

Doss tại Yellowstone – sẽ đánh giá mức độ nguy hiểm của bất cứ nguy cơ thảm họa nào và tham mưu cho giám đốc công viên. Giám đốc sẽ ra quyết định có sơ tán khỏi công viên hay không cho các trường hợp. Tuy vậy, không có kế hoạch nào dành cho các vùng lân cận. Bạn sẽ phải tự lực cánh sinh một khi rời cánh cổng công viên – do đó kế hoạch sẽ không mấy hữu ích nếu Yellowstone thật sự phun trào trên quy mô lớn.

Tất nhiên, có thể phải hàng chục nghìn năm nữa mới đến ngày đó. Doss cho rằng ngày đó cũng có thể không bao giờ xảy ra. "Việc từng xảy ra không có nghĩa là nó vẫn vậy," ông nói. "Một số bằng chứng cho thấy có thể là sau một chuỗi vụ nổ nghiêm trọng sẽ là một quãng thời gian yên lặng kéo dài. Chúng ta có lẽ đang sống trong giai đoạn đó. Bằng chứng cho thấy bể magma đang nguội đi và kết tinh. Tính bất ổn của nó đang giảm xuống; trong khi tính bất ổn này phải duy trì mới có một vụ tuôn trào bùng nổ."

Trong lúc đó, có rất nhiều hiểm nguy khác trong và xung quanh Yellowstone, với dấu hiệu đã hết sức rõ ràng, vào tối ngày 17 tháng Tám năm 1959, tại hồ Hebgen, ngay bên ngoài công viên. Hai mươi phút trước nửa đêm cùng ngày, hồ Hebgen trải qua một trận động đất dữ dội. Cường độ của trận động đất là 7,5 độ nhưng không ảnh hưởng rộng như các trận động đất khác mà đột ngột vặn xoắn và kéo sụp hẳn một sườn núi. Lúc đó đang là cao điểm mùa hè, nhưng may mắn là vào thời đó chưa có nhiều người tới thăm Yellowstone như ngày nay. Tám mươi triệu tấn đá lăn xuống với tốc độ hơn 160km/giờ và lao đi với một sức mạnh đến mức phần rìa của số đất đá lở đã lăng tới tận độ cao 120m trên một ngọn núi bên kia thung lũng. Dọc đường di chuyển, chúng quét qua một phần khu cắm trại núi Rock Creek; 28 người chết, trong đó 19 người vĩnh viễn không tìm thấy xác. Sự tàn phá diễn ra chóng vánh nhưng cũng rất khó hiểu. Có ba anh em ngủ chung sống sót, trong khi cha mẹ họ ngủ ở lều bên cạnh đã bị cuốn đi và không bao giờ tìm thấy xác.

"Một trận động đất lớn – tôi nhấn mạnh là lớn – có thể xảy ra bất kỳ lúc nào," Doss nói với tôi. "Anh hãy tin điều này. Đây là một khu vực dễ xảy ra động đất."

Bất chấp vụ động đất ở hồ Hebgen và các nguy cơ rõ ràng khác, Yellowstone không được trang bị các máy đo địa chấn thường xuyên mãi cho tới những năm 1970.

Nếu bạn cần một trường hợp để đánh giá mức độ vĩ đại và không thể lay chuyển được của các quá trình địa chất, hãy chọn Teton,

dãy núi lởm chởm ở ngay phía nam Công viên Quốc gia Yellowstone. Chín triệu năm trước, Teton không hề tồn tại. Vùng xung quanh hố Jackson chỉ là đồng cỏ cao. Nhưng một phay địa chất dài 64km đã mở ra trong lòng đất và kể từ đó, cứ khoảng 900 năm một lần, dãy Teton lại phải chứng kiến một trận động đất đủ lớn để nâng nó cao thêm hai mét. Chính những cú đẩy liên tục qua thời gian đã đem lại cho các ngọn núi của dãy Teton độ cao đến 2.000m.

Con số 900 năm là con số trung bình – và có phần dễ gây nhầm lẫn. Theo Robert B. Smith và Lee J. Siegel trong cuốn *Windows into the Earth* [tạm dịch: *Cửa sổ vào lòng đất*], một biên niên sử về vùng đất này, trận động đất lớn cuối cùng của Teton xảy ra vào khoảng 5.000 tới 7.000 năm trước. Nói tóm lại, Teton có lẽ là khu vực động đất chậm nhất hành tinh.

Các vụ nổ thủy nhiệt cũng là một nguy cơ đáng kể. Chúng có thể xảy ra bất cứ lúc nào, gần như ở mọi nơi và không thể dự đoán. "Anh biết đấy, do thiết kế nên chúng tôi đang dồn du khách vào các bể nhiệt," Doss nói với tôi sau khi chúng tôi xem mạch nước Old Faithful phun. "Đó là thứ họ tới để chiêm ngưỡng. Anh có biết Yellowstone có số mạch nước và suối nước nóng nhiều hơn tất cả phần còn lại của thế giới cộng lại không?"

"Tôi không biết điều này."

Ông gật đầu. "Khoảng 1.000. Và không ai biết khi nào một lỗ mới lại mở ra."

Chúng tôi lái xe tới hồ Duck, rộng chừng 200m bề ngang. "Trông nó có vẻ hoàn toàn vô hại," ông nói. "Nó trông chỉ như một cái ao lớn. Trước kia, nó từng không có mặt tại đây. Vào một thời điểm nào đó trong 15.000 năm qua, nó đã phát nổ rất lớn. Hẳn đã có hàng chục triệu tấn đất đá và nước siêu nóng bắn tung lên với tốc độ siêu âm. Anh có thể tưởng tượng điều gì nếu chuyện này xảy tại khu để xe ở Old Faithful hay một trong các trung tâm dành cho du khách." Vẻ mặt ông trở nên không vui.

"Liệu có dấu hiệu cảnh báo nào không?"

"Có thể là không. Vụ nổ lớn nhất trong công viên xảy ra tại mạch Pork Chop vào năm 1989. Nó để lại một miệng rộng chừng 5m – không hề lớn nhưng đủ lớn nếu anh tình cờ đứng cạnh nó vào lúc nó hoạt động. May mắn thay, khi đó không có ai ở cạnh nó, và vì thế không có bất cứ thương vong nào, nhưng tất cả đã xảy ra mà

không có bất cứ dấu hiệu báo trước nào. Vào thời xa xưa, đã có những vụ nổ để lại những hố rộng một dặm. Không ai dám chắc khi nào chuyện đó tái diễn. Chỉ có thể hy vọng rằng không ai đứng gần đó khi điều tồi tệ xảy ra."

Những trận lở đá lớn cũng rất nguy hiểm. Một vụ lở đá đã xảy ra tại Gardiner Canyon vào năm 1999 nhưng thật may mắn vì không ai bị thương. Chiều muộn hôm đó, Doss và tôi dừng trước một mỏm đá treo lơ lửng trên một con đường luôn đông đúc. Vết nứt rất dễ dàng nhận thấy. "Nó có thể sập bất cứ lúc nào," Doss nói với giọng đầy suy tư.

"Ông không đùa đấy chứ?" – tôi hỏi. Không có phút nào phía dưới mỏm đá vắng xe cộ qua lại, và nơi này chật kín du khách.

"Ồ, không phải là sắp sửa," ông nói thêm. "Tôi chỉ nói rằng *có thể*. Tương tự, nó có thể sẽ ở nguyên chỗ đó suốt hàng thập kỷ. Không ai nói trước được điều gì. Người ta phải chấp nhận rủi ro khi tới đây. Tất cả chỉ có thế."

Khi chúng tôi lên xe để quay về Mammoth Hot Springs, Doss nói thêm, "Vấn đề là, thường thì những điều tồi tệ không xảy ra. Đá không lở. Đất không động. Các mạch nước mới không bất ngờ phun lên. Trái ngược với sự bất ổn, mọi thứ thường tĩnh lặng một cách đáng kinh ngạc."

"Giống như chính bản thân Trái Đất," tôi nhận xét.

"Chính xác," ông đồng tình.

Các nhân viên ở Yellowstone cũng đối diện với rủi ro không kém gì du khách. Doss cảm nhận được điều kinh hoàng đó trong tuần làm việc đầu tiên của ông tại đây 5 năm trước. Vào một tối muộn, ba nhân viên trẻ làm việc vào mùa hè đã làm một việc trái quy định, đó là tắm nước nóng – họ bơi lội trong những hồ nước ấm. Dù công viên, vì những lý do hiển nhiên, không công bố điều này, song không phải tất cả hồ nước ở Yellowstone đều nóng đến mức nguy hiểm. Một vài hồ nước nóng ở đây có thể tắm và các nhân viên này quen ngâm mình một chút vào đêm muộn, dù như thế là phạm quy.

Điều ngu ngốc là, họ đều đã quên mang theo đèn pin, thật quá nguy hiểm vì phần lớn đất xung quanh các hồ nước ấm đó rất xốp và mỏng, do đó, người ta dễ dàng bị rơi xuống một chiếc hố nóng bỏng. Dù thế nào, khi quay trở lại khu nhà ở, họ đi ngang qua con suối mà trước đó họ đã nhảy qua. Lùi lại vài bước, cầm tay nhau

và đếm đến ba, họ cùng nhảy. Thực ra đó không phải là con suối. Đó là một hồ nước đang sôi sùng sục. Trong đêm tối, họ đã nhầm phương hướng. Không ai trong số ba người này sống sót.

Tôi đã nghĩ về điều này vào sáng hôm sau khi trên đường ra khỏi công viên, tôi dừng lại để gọi điện thoại ở hồ Emerald, gần Upper Geyser Basin. Hôm qua Doss không có thời gian để đưa tôi tới đây nhưng tôi nghĩ ít nhất nên ngắm qua nó bởi đây là một thắng cảnh lịch sử.

Năm 1965, một cặp vợ chồng, cũng là hai nhà sinh vật học, Thomas và Louise Brock, khi đang thực hiện một chuyến nghiên cứu thực địa vào mùa hè, đã làm một việc không bình thường. Họ đã vớt một ít váng màu vàng nâu quanh hồ và kiểm tra xem có khả năng có sự sống trong đó hay không. Điều khiến họ và sau này là cả thế giới ngạc nhiên là trong đó chứa đầy các vi khuẩn sống. Họ đã phát hiện ra các vi khuẩn chịu cực hạn [extremophile] đầu tiên trên thế giới – đó là các sinh vật có thể tồn tại trong môi trường nước trước đó bị cho là quá nóng hay nhiễm axít và lưu huỳnh quá nặng để tồn tại sự sống. Điều đáng chú ý là hồ Emerald mang tất cả các đặc điểm này, nhưng ít nhất hai sinh vật, sau này được gọi là *sulpholobus acidocaldarius* và *thermophilus aquaticus*, lại xem đây là môi trường thân thiện. Người ta từng tin rằng không loài nào có thể tồn tại ở nhiệt độ cao hơn 50oC, nhưng tại đây các sinh vật này thoải mái tận hưởng làn nước hôi hám, chứa đầy axít và nóng gần gấp đôi mức này.

Trong gần 20 năm, một trong hai loài vi khuẩn mới mà nhà Brock phát hiện ra, *thermophilus aquaticus*, vẫn chỉ gây tò mò trong phòng thí nghiệm – mãi cho đến khi một nhà khoa học ở California là Kary B. Mullis phát hiện ra rằng các enzym chống nóng của nó có thể được dùng để tạo ra một thứ ma thuật hóa học có tên là phản ứng chuỗi polymerase, cho phép các nhà khoa học tạo ra nhiều ADN từ một lượng siêu nhỏ – chỉ cần một phân tử trong điều kiện lý tưởng, một kiểu sao chép di truyền về sau trở thành nền tảng của ngành khoa học di truyền, có ý nghĩa lớn với cả giới học thuật và ngành pháp y. Nhờ đó, Mullis được trao giải Nobel Hóa học vào năm 1993.

Cùng lúc đó, các nhà khoa học đã phát hiện các vi khuẩn mạnh hơn, ngày nay được gọi là *hyperthermophile*, có thể sống ở nhiệt độ cao hơn 80oC. Sinh vật chịu nóng tốt nhất được phát hiện cho đến nay, theo Frances Ashcroft trong cuốn *Life at the Extremes* [tạm dịch: *Sự sống tại cực hạn*], là *pyrolobus fumarii*, chúng sống trên thành các lỗ thông hơi dưới đáy đại dương, nơi nhiệt độ có thể lên

tới 113°C. Giới hạn trên cho sự sống được dự đoán là khoảng 120°C dù không ai dám chắc. Dù sao các phát hiện của vợ chồng Brock cũng đã thay đổi hoàn toàn quan niệm của chúng ta về sự sống. Như Jay Bergstralh, một nhà khoa học NASA, đã nói: "Dù chúng ta đi tới đâu trên Trái Đất – kể cả những nơi có môi trường khủng khiếp nhất – chỉ cần ở đó có nước ở thể lỏng và một chút năng lượng hóa học, chúng ta sẽ tìm thấy sự sống."

Hóa ra sự sống trên Trái Đất thông minh và có khả năng thích nghi cao hơn chúng ta tưởng rất nhiều. Đây là một tin tốt, vì như bạn sắp được thấy, chúng ta đang sống trong một thế giới mà dường như không hề muốn chấp nhận sự tồn tại của chúng ta.

PHẦN V
BẢN THÂN SỰ SỐNG

Càng nghiên cứu cặn kẽ hơn về vũ trụ và kiến trúc của nó, tôi càng có nhiều bằng chứng cho thấy theo một cách nào đó vũ trụ hẳn đã biết rằng chúng ta sẽ tới đây.

Freeman Dyson

16
Hành tinh đơn độc

Nó là một sinh vật không hề đơn giản. Trong khắp vũ trụ, theo những gì chúng ta biết cho tới nay, duy nhất có một nơi, một tiền đồn trên Dải Ngân hà, là có thể chứa chấp sự sống dù có phần khá miễn cưỡng. Đó chính là Trái Đất.

Từ đáy của các rãnh sâu nhất dưới đại dương cho tới những đỉnh núi cao nhất nơi tất cả sự sống diễn ra, chỉ là một khu vực có độ dày chừng 20km, không là gì khi so sánh với sự bao la của vũ trụ.

Đối với con người, mọi thứ thậm chí còn tồi tệ hơn, vì dường như chúng ta thuộc nhóm sinh vật 400 triệu năm trước đã ra một quyết định nhanh chóng và liều lĩnh: ra khỏi biển để sống trên đất liền dựa vào khí ôxy. Từ đó, theo một ước đoán, không dưới 99,5%

toàn bộ không gian có thể cư trú của thế giới tính theo khối lượng về cơ bản đã nằm ngoài giới hạn sinh sống đối với chúng ta.

Chúng ta không thể thở dưới nước bởi không chịu nổi áp suất. Do nước nặng hơn không khí gấp gần 1.300 lần, áp suất sẽ tăng lên nhanh chóng khi bạn xuống sâu – khoảng 1 át-mốt-phe mỗi 10m. Trên mặt đất, nếu bạn lên tới đỉnh của một công trình cao 150m – chẳng hạn Thánh đường Cologne hay Đài tưởng niệm Washington – sự thay đổi áp suất nhỏ đến mức không thể phân biệt. Tuy nhiên, cùng độ sâu đó dưới nước, các mạch máu của bạn sẽ vỡ tung và phổi của bạn sẽ bị nén xuống bằng kích thước một lon Coca. Đáng ngạc nhiên là trong môn thể thao lặn tự do, có những người tình nguyện lặn xuống độ sâu này mà không cần máy thở. Rõ ràng, trải nghiệm tình trạng các cơ quan nội tạng bị biến dạng là một kiểu kích thích (cho dù, có lẽ, không thể phấn khích bằng việc chúng trở lại kích thước bình thường sau khi lên bờ). Tuy nhiên, để đạt tới những độ sâu này, thợ lặn cần được kéo xuống rất nhanh bằng vật nặng. Nếu không có sự hỗ trợ, thì độ sâu lớn nhất mà con người từng xuống đến và trở về để kể lại là 72m – kỳ tích do một người Ý có tên là Umberto Pelizzari thực hiện.[1] Năm 1992, Umberto đã lặn xuống độ sâu này, nán lại trong tích tắc và trồi ngay lên mặt nước. Trên mặt đất, 72m là chưa bằng chiều dài một sân bóng đá. Bởi thế, dù dùng những lời lẽ hoa mỹ nhất, con người cũng không thể tự tin nói mình đã chinh phục được vực thẳm.

1· Khi tôi bắt đầu viết cuốn sách này, kỷ lục trên đã được vận động viên William Trubridge người New Zealand phá vỡ, với độ sâu 86m vào tháng Tư năm 2008.

Tất nhiên, các sinh vật khác đã tìm cách đối phó với áp suất, cho dù cách chúng làm được việc đó thật bí ẩn. Điểm sâu nhất dưới đại dương là rãnh Mariana ở Thái Bình Dương. Tại đây, với độ sâu khoảng 11,3m, áp suất lên đến 16,000 pound trên mỗi inch vuông. Chúng ta mới tìm cách đưa con người xuống nơi này một lần bằng tàu lặn kiên cố trong khoảng thời gian ngắn ngủi, nhưng đây lại là lãnh địa của amphipod, một loài giáp xác giống tôm nhưng trong suốt, có khả năng tồn tại mà không cần bất cứ sự bảo hộ nào. Phần đại dương còn lại dĩ nhiên nông hơn thế nhiều; nhưng với độ sâu trung bình 4km, áp suất tương đương với bị 14 chiếc xe tải chở đầy xi- măng chẹn qua.

Gần như tất cả mọi người, kể cả các tác giả của một số cuốn sách hải dương học nổi tiếng, đều cho rằng cơ thể con người sẽ bị

nghiền nát dưới áp lực khổng lồ của biển sâu. Sự thật lại không phải vậy. Vì cơ thể con người chủ yếu là nước, mà nước thì "gần như không thể bị nén," theo lời Frances Ashcroft tại Đại học Oxford, "do đó, nó sẽ có áp suất bằng môi trường nước xung quanh và không bị nghiền nát khi xuống sâu." Chính các loại khí trong cơ thể bạn, nhất là trong hai lá phổi, sẽ gây ra rắc rối. Chúng sẽ bị nén, nhưng đến mức nào có thể gây tử vong thì vẫn còn chưa rõ. Cho đến gần đây, người ta vẫn cho rằng bất cứ ai lặn sâu khoảng 100m sẽ chết một cách đau đớn vì hai lá phổi của anh ta sẽ nổ tung hoặc lồng ngực bị vỡ, nhưng các vận động viên lặn tự do đã liên tục cho thấy điều ngược lại. Dường như, vẫn theo Ashcroft, "con người giống cá voi và cá heo hơn chúng ta nghĩ."

Song, nhiều thứ khác có thể gây nhầm lẫn. Vào thời đồ lặn – loại được nối với mặt nước bởi các vòi dài – mới ra đời, các thợ lặn đôi khi gặp phải một hiện tượng đáng sợ được gọi là sự ép. Hiện tượng này xảy ra khi các máy bơm trên mặt nước trục trặc, dẫn tới hiện tượng giảm áp suất cực lớn trong bộ đồ lặn. Không khí thoát ra mạnh đến mức người thợ lặn bất hạnh sẽ bị hút chặt vào chiếc mũ bảo hiểm và ống thở. Khi được kéo lên, "những gì còn lại trong bộ đồ lặn chỉ là xương và một vài mảnh thịt tơi tả của anh ta," nhà sinh vật học J. B. S. Haldane đã viết như vậy vào năm 1947, và nói thêm với những người còn hoài nghi rằng, "đây là sự thật".

Điều đáng nói là chiếc mũ dành cho thợ lặn đầu tiên, được một người Anh là Charles Deane thiết kế vào năm 1823, thực chất không dành cho việc lặn mà là cứu hỏa. Ban đầu, nó được gọi là mũ chống khói, nhưng vì làm từ kim loại nên nó rất nóng và cồng kềnh. Deane sớm nhận ra rằng lính cứu hỏa không hề muốn đội một thứ như thế khi lao vào các tòa nhà đang cháy, nhất là nó sẽ nóng lên như chiếc ấm đun nước khiến họ trở nên vụng về. Để vớt vát công sức đầu tư vào chiếc mũ, Deane đã thử nó dưới nước và nhận thấy nó thật lý tưởng cho công việc cứu hộ.

Tuy nhiên, nỗi kinh hoàng thật sự của độ sâu lại là sự bẻ cong – không phải vì nó gây khó chịu nhất, dù đúng là như vậy, mà bởi nó có khả năng xảy ra nhất. Không khí mà chúng ta hít thở chứa 80% nitơ. Dưới áp suất cao, nitơ chuyển hóa thành các bong bóng nhỏ xâm nhập vào máu và các tế bào. Khi áp suất thay đổi quá nhanh – như khi một thợ lặn trồi lên quá nhanh – các bong bóng này sẽ nổ đúng như một chai sâm-panh mới mở, gây tắc nghẽn các mạch máu nhỏ, khiến khí ôxy không tới được các tế bào và gây ra cơn đau khủng khiếp đến mức khiến người ta cong gập người vì đau đớn – vì thế nó được gọi là sự bẻ cong.

Sự bẻ cong đã được xem là một rủi ro nghề nghiệp đối với những phu mò ngọc trai và bọt biển từ thời xa xưa, nhưng nó không thu hút nhiều sự chú ý ở phương Tây cho đến tận thế kỷ XIX; khi đó hiện tượng này lại do những người không hề dầm mình dưới nước (hay ít ra là không ướt hẳn và ít khi ướt quá mắt cá chân) chú ý tới. Họ là các công nhân ngồi thùng lặn, một loại thùng khô, kín, được đặt xuống đáy sông để hỗ trợ việc xây dựng trụ cầu. Chúng được bơm đầy khí nén và khi các công nhân trở lên sau một quãng thời gian dài làm việc dưới áp suất nhân tạo này, họ thường bị triệu chứng rát ngứa da nhẹ. Một số ít người có cơn đau kéo dài hơn ở các khớp; đôi khi họ đổ sụp xuống vì đau đớn, thậm chí không bao giờ tỉnh lại nữa.

Mọi điều rất khó lý giải. Một số công nhân khi đi ngủ vẫn thấy bình thường, nhưng lúc tỉnh dậy, thì họ bị tê liệt toàn thân. Đôi khi họ không bao giờ thức giấc. Ashcroft liên tưởng tới câu chuyện về các giám sát của một đường hầm mới dưới sông Thames, họ đã tổ chức tiệc mừng khi đường hầm gần hoàn tất. Trước sự kinh ngạc của họ, rượu sâm-panh không nổ sau khi nút chai bật ra vì không khí trong hầm bị nén. Tuy nhiên, vào buổi tối ngay khi họ trở về London, các bong bóng đã vỡ và phát ra tiếng nổ, khiến quá trình tiêu hóa trở nên vô cùng sống động.

Ngoài việc tránh các môi trường có áp suất cao, chỉ có hai cách khá thành công giúp chống lại sự bẻ cong. Cách thứ nhất là chịu sự thay đổi áp suất chỉ trong khoảng thời gian rất ngắn. Đây là nguyên nhân mà các vận động viên lặn tự do tôi đề cập ở trên có thể xuống tới độ sâu 150m mà không bị ảnh hưởng. Họ không ở dưới đó đủ lâu để nitơ trong cơ thể hòa tan vào các mô. Cách thứ hai là phải ngoi lên dần dần một cách thận trọng. Điều này cho phép các bong bóng khí nitơ tiêu tan và trở nên vô hại.

Phần lớn những gì chúng ta biết về sự sinh tồn tại các điểm cực hạn là nhờ cha con nhà khoa học John Scott và J. B. S. Haldane. Xét theo những tiêu chuẩn khắt khe của giới trí thức Anh, cha con nhà Haldane là cực kỳ lập dị. Haldane cha sinh năm 1860 trong một gia đình quý tộc Scotland (anh trai ông là Viscount Haldane) song đã dành hầu hết sự nghiệp tương đối khiêm tốn của mình trong vai trò một giáo sư sinh lý học tại Oxford. Ông nổi tiếng là người đãng trí. Có lần, sau khi vợ bảo ông lên gác thay đồ cho bữa tiệc tối, ông đã quên trở lại và người ta phát hiện ông đang say giấc trên giường trong bộ pyjama. Khi được đánh thức, Haldane giải thích rằng khi cởi quần áo, ông tưởng rằng đã đến giờ đi ngủ. Ông từng lên ý tưởng cho một kỳ nghỉ ở Cornwall để nghiên cứu giun móc ký sinh trên các thợ mỏ. Tiểu thuyết gia Aldous Huxley,

cháu của T. H. Huxley, người từng sống với gia đình Haldane một thời gian, đã chế giễu ông không thương tiếc qua hình ảnh nhà khoa học Edward Tantamount trong cuốn tiểu thuyết *Point Counter Point* [tạm dịch: *Điểm đối điểm*].

Món quà của Haldane dành cho môn lặn là tính ra thời gian nghỉ cần thiết khi trồi lên từ dưới nước để tránh hiện tượng bẻ cong, và niềm đam mê của ông trải rộng khắp bộ môn sinh lý học, từ việc nghiên cứu bệnh say độ cao ở những người leo núi cho tới vấn đề say nắng trên sa mạc. Ông đặc biệt quan tâm tới tác động của các loại khí độc lên cơ thể con người. Để hiểu rõ hơn cách thức cácbon môônxít rò rỉ cướp đi sinh mạng của các thợ mỏ, ông đã tự đầu độc mình một cách có phương pháp, tự lấy máu và đo đạc các mẫu máu một cách thận trọng khi tiến hành thí nghiệm. Ông chỉ ngừng lại khi gần như không thể kiểm soát nổi các cơ và độ bão hòa máu đã lên tới 56% – một mức mà Trevor Norton đã viết trong cuốn sách thú vị về môn lặn, *Stars Beneath the Sea* [tạm dịch: *Các vì sao dưới biển*], chỉ cách cái chết trong gang tấc.

Jack, con trai của Haldane, được mọi người biết đến qua cái tên J. B. S., là một thần đồng thực thụ, người đã kế thừa đam mê của cha ngay từ nhỏ. Khi cậu mới lên ba, người ta nghe lỏm được Jack đã cáu kỉnh vặn vẹo cha mình, "Nhưng đó là ôxyhêmôglôbin hay cacbôxyhêmôglôbin mới được chứ?" Từ nhỏ, cậu đã giúp cha tiến hành thí nghiệm. Khi là thiếu niên, hai cha con thường xuyên thử nghiệm các loại khí và mặt nạ khí cùng nhau, hết người này đến người kia thử xem họ có thể chịu được bao lâu trước khi bất tỉnh.

Dù J. B. S. Haldane không có bất cứ bằng cấp nào về khoa học (mà chỉ nghiên cứu trường phái cổ điển ở Oxford), nhưng ông là một nhà khoa học xuất chúng, chủ yếu làm việc cho chính phủ tại Cambridge. Peter Medawar, nhà sinh vật học đã dành trọn cuộc đời bên cạnh các đỉnh Olympia trí tuệ, đã gọi ông là "người đàn ông thông minh nhất tôi từng biết". Huxley cũng chế giễu Haldane con trong cuốn tiểu thuyết *Antic Hay* [tạm dịch: *Những trò hề*] nhưng vẫn sử dụng các ý tưởng của ông về việc tác động vào gen người để làm cơ sở viết cuốn Brave New World. Trong số nhiều thành tựu, Haldane đóng vai trò trung tâm trong việc kết hợp các nguyên lý về tiến hóa của Darwin với các nghiên cứu về di truyền của Gregor Mendel để cho ra đời thuyết được các nhà di truyền học gọi là Tổng hợp Hiện đại.

Chắc Haldane con thật sự quá đặc biệt so với đồng loại, khi cho rằng Thế chiến I là một "trải nghiệm tuyệt vời" và thản nhiên thừa nhận rằng mình "rất thích có cơ hội được giết người" như

thế. Ông bị thương hai lần. Sau chiến tranh, ông trở thành một người truyền bá khoa học thành công, và đã viết tới 23 cuốn sách (cùng hàng trăm bài báo khoa học khác). Những tác phẩm của ông tới nay vẫn có giá trị tham khảo dù không hề dễ tìm. Ông trở thành một người theo chủ nghĩa Mác nhiệt thành. Không vô lý khi người ta cho rằng điều này xuất phát từ những bản năng hoàn toàn trái ngược, và nếu sinh ra ở Liên Xô, rất có thể ông đã trở thành một nhà chuyên chế. Dù thế nào, đa số các bài báo của ông đều xuất hiện đầu tiên trên tạp chí cộng sản *Daily Worker*.

Trong khi niềm đam mê lớn của Haldane cha là chất độc và những người thợ mỏ, thì Haldane lại bị ám ảnh với việc phải cứu các thủy thủ và thợ lặn khỏi di chứng không hề dễ chịu do chính công việc của họ gây ra. Nhờ ngân sách hải quân, ông đã xây dựng một buồng nén mà ông gọi là nồi áp suất. Đây là một khối trụ kim loại có thể chứa được ba người cùng lúc, sau đó bịt kín và tiến hành nhiều thí nghiệm khác nhau, tất cả đều đau đớn và nguy hiểm. Các tình nguyện viên có thể được yêu cầu ngồi trên nước đá trong khi hít thở không khí khác thường, hoặc chịu đựng sự thay đổi áp suất đột ngột. Trong một thí nghiệm, chính Haldane đã thử nghiệm một động tác ngoi lên vội vã để xem điều gì sẽ xảy ra. Hậu quả là lớp bọc răng của ông đã phát nổ. "Hầu như mọi thí nghiệm", Norton viết, "đều kết thúc với việc có ai đó bị váng đầu, chảy máu hoặc nôn mửa." Buồng nén này hoàn toàn cách âm nên cách duy nhất để các tình nguyện viên thể hiện sự lo lắng hay căng thẳng là gõ liên tiếp vào thành buồng hoặc ra hiệu qua một cửa sổ nhỏ.

Một lần khác, trong lúc tự đầu độc mình với lượng ôxy tăng dần, Haldane đã bị đau nghiêm trọng đến mức tổn thương vài đốt sống. Vỡ phổi là một hiểm họa thường trực. Thủng màng nhĩ cũng là điều thường gặp; nhưng Haldane tuyên bố trong các bài viết của mình, "màng nhĩ thường sẽ tự lành; và nếu vẫn còn lỗ ở đó, dù có hơi điếc, một người có thể thổi khói thuốc lá ra đằng tai và đây là một tài lẻ đối với xã hội."

Điều bất thường ở đây không phải là chuyện Haldane sẵn sàng đối mặt với những rủi ro trong quá trình nghiên cứu của mình, mà là việc ông không ngần ngại mời đồng nghiệp và người thân leo vào trong buồng. Khi làm thí nghiệm lặn xuống, vợ ông đã trải qua cơn đau suốt 13 phút. Cuối cùng, khi cô ngừng nhảy tưng tưng trên sàn, cô được vực dậy và đưa về nhà để nấu bữa tối. Haldane vui mừng tận dụng bất cứ ai bên cạnh, trong đó có một lần đáng nhớ với Juan Negrín, cựu Thủ tướng Tây Ban Nha. Tiến sĩ Negrín về sau phàn nàn rằng ông thấy hơi ngứa và có một cảm giác lạ

lùng trên môi nhưng dù sao ông cũng đã thoát ra mà không hề hấn gì. Ông có thể tự xem mình là người may mắn. Một thí nghiệm tương tự về sự thiếu ôxy đã khiến Haldane mất cảm giác ở mông và phần cột sống bên dưới trong suốt 6 năm.

Nhiễm độc nitơ là một trong số nhiều mối quan tâm cụ thể của Haldane. Vì những lý do chưa rõ, dưới độ sâu khoảng 30m, nitơ trở thành một chất cực độc. Dưới tác động của nó, người ta từng thấy các thợ lặn đưa ống thở cho các loài cá bơi ngang qua, hoặc muốn nghỉ giải lao để hút thuốc. Nó cũng gây ra những thay đổi tâm thần nghiêm trọng. Haldane đã nhận thấy trong một thí nghiệm, người ta có cảm giác xen kẽ giữa trầm cảm và hứng khởi, vừa mới cầu xin được giải thoát vì cảm thấy được "sự khủng khiếp đẫm máu", thì chỉ một phút sau đã cười lớn và cố gắng tìm cách cản trở bài kiểm tra kỹ năng của đồng nghiệp. Để đo mức độ bị ảnh hưởng, một nhà khoa học phải bước vào buồng nén cùng với tình nguyện viên để thực hiện một vài phép đo toán học đơn giản. Nhưng chỉ sau vài phút, như Haldane nhớ lại sau này, "cả người kiểm tra lẫn người được kiểm tra đều bị nhiễm độc và thường quên nhấn nút trên đồng hồ bấm giờ hoặc quên ghi chú lại." Nguyên nhân của tình trạng này cho đến nay vẫn là một bí ẩn. Người ta cho rằng nó có cùng cơ chế với ngộ độc rượu nhưng không ai biết chắc điều gì đã gây ra tình trạng này, bởi không ai tỉnh táo hơn ai. Dù thế nào, nếu không cẩn thận một cách tối đa, con người sẽ rất dễ gặp rắc rối khi rời khỏi bề mặt Trái Đất.

Điều này đưa chúng ta quay lại với nhận định ở phần trước rằng Trái Đất không phải là một nơi dễ dàng dành cho một sinh vật, cho dù nó là nơi duy nhất. Trên phần nhỏ đủ khô của bề mặt hành tinh để chúng ta đứng, một phần lớn đến kinh ngạc lại quá nóng hoặc quá lạnh hay quá khô, quá dốc để con người có thể sử dụng. Phải thừa nhận rằng, đây một phần là lỗi của chúng ta. Xét về khả năng thích nghi, con người gần như vô dụng đến ngạc nhiên. Giống như đa số các loài động vật, con người không thích những nơi quá nóng, và vì hay đổ mồ hôi nên rất dễ bị đột quỵ, nhìn chung, chúng ta rất dễ tổn thương. Trong những hoàn cảnh tồi tệ nhất – đi chân trần trên sa mạc và không có nước – chỉ sau tối đa bảy, tám giờ đồng hồ, đa số chúng ta sẽ mê sảng và ngất đi, có thể sẽ không bao giờ tỉnh lại. Chúng ta cũng yếu đuối tương tự khi đối mặt với cái lạnh. Như tất cả các loài động vật có vú, con người có khả năng tạo ra nhiệt; nhưng do chúng ta gần như không có lông nên không thể giữ nhiệt. Ngay cả trong thời tiết khá mát mẻ, bạn vẫn đốt cháy gần một nửa lượng calo mỗi ngày chỉ đơn giản để giữ ấm cơ thể. Tất nhiên, chúng ta có thể khắc phục sự yếu đuối này nhờ có quần áo và nơi trú ẩn, nhưng dù vậy tỷ lệ Trái Đất nơi

chúng ta sẵn sàng hoặc có thể sinh sống thật sự rất khiêm tốn: 12% tổng diện tích đất và chỉ 4% nếu so với tổng diện tích bề mặt, tính cả các đại dương.

Nếu so với hoàn cảnh sống ở bất cứ nơi nào được biết đến trong vũ trụ, điều kỳ diệu là tuy con người chỉ dùng một phần rất nhỏ hành tinh này nhưng ít ra còn có một hành tinh để như vậy. Chỉ cần nhìn vào hệ Mặt Trời, hoặc gần hơn nữa là chính Trái Đất trong các giai đoạn lịch sử nhất định, bạn sẽ thấy rằng hầu như tất cả mọi nơi đều khắc nghiệt và ít phù hợp cho sự sống hơn hẳn tinh cầu nhiều nước, xanh và dịu dàng này.

Cho đến nay, các nhà khoa học vũ trụ chỉ mới phát hiện 250 hành tinh bên ngoài hệ Mặt Trời trong tổng số khoảng 10 nghìn tỷ tỷ hành tinh có thể tồn tại, do đó loài người không đủ thẩm quyền để nói về điều này. Nhưng nếu bạn mong ước sống trong một hành tinh phù hợp cho sự sống thì bạn thật sự may mắn vô cùng, và sự sống càng hiện đại, bạn lại càng may mắn. Nhiều nhà quan sát đã đúc kết khoảng hai tá đặc điểm đặc biệt may mắn mà Trái Đất đem lại cho chúng ta; nhưng trong cuộc khảo sát ngắn này chúng ta sẽ rút gọn lại với 4 điểm chính.

Vị trí tuyệt vời. Điều gần như không tưởng là chúng ta cách đủ xa một ngôi sao lớn, vốn tỏa ra rất nhiều năng lượng nhưng không quá lớn để sớm lụi tắt. Trong vật lý, điều luôn gây tò mò là kích thước của một ngôi sao tỷ lệ nghịch với thời gian cháy của nó. Nếu Mặt Trời của chúng ta lớn gấp 10 lần về khối lượng, nó hẳn đã tắt ngấm sau 10 triệu năm chứ không phải 10 tỷ năm, và chúng ta chắc sẽ không có mặt ở đây. Quỹ đạo của Trái Đất cũng là một may mắn khác. Nếu quá gần Mặt Trời, mọi thứ sẽ bị hun đến bốc hơi. Còn quá xa Mặt Trời, mọi thứ sẽ đóng băng.

Vào năm 1978, nhà vật lý thiên văn Michael Hart đã tiến hành một số tính toán và kết luận rằng, Trái Đất sẽ không có sự sống nếu nó cách xa Mặt Trời thêm 1% hoặc đến gần Mặt Trời thêm 5% khoảng cách hiện tại. Kể từ đó, con số đã được tinh chỉnh lên một mức – 5% gần hơn và 15% xa hơn được xem là kết quả chính xác về khu vực tồn tại sự sống của chúng ta – nhưng dù thế, đó vẫn là một vành đai hẹp.[1]

1· Việc phát hiện khuẩn chịu cực hạn trong các hồ chứa bùn nóng ở Yellowstone và các sinh vật tương tự ở những nơi khác đã giúp các nhà khoa học nhận ra một số sinh vật có thể chịu được nhiệt độ cao hơn mức đó – thậm chí bên dưới lớp vỏ băng giá của sao Diêm Vương. Điều chúng ta đang nói tới ở đây là các điều kiện cho sự tồn tại của các sinh vật phức tạp trên bề mặt Trái

Đất.

Để hình dung nó hẹp đến mức nào, bạn chỉ cần nhìn sao Kim; hành tinh này chỉ gần Mặt Trời hơn 25 triệu dặm so với Trái Đất. Hơi ấm của Mặt Trời đến đây trước khi đến với chúng ta chỉ hai phút. Về kích thước và cấu tạo, sao Kim rất giống Trái Đất, nhưng sự khác biệt nhỏ về khoảng cách quỹ đạo đã khiến mọi thứ khác hoàn toàn. Vào những năm đầu tiên của hệ Mặt Trời, sao Kim có lẽ chỉ ấm hơn chút ít so với Trái Đất, và từng có biển. Nhưng sự chênh lệch chút ít về nhiệt độ đồng nghĩa với việc sao Kim không thể giữ được nước trên bề mặt và kéo theo thảm họa khí hậu. Khi nước bốc hơi, các nguyên tử hiđro sẽ thoát vào vũ trụ, còn các nguyên tử ôxy sẽ kết hợp với cácbon để tạo ra một bầu không khí dày đặc khí nhà kính. Sao Kim trở nên ngột ngạt. Cho dù những người thuộc thế hệ của tôi vẫn nhớ đã có thời các nhà thiên văn học từng hy vọng bên dưới lớp mây đệm của sao Kim có thể tồn tại sự sống, thậm chí là một loại cây xanh nhiệt đới; nhưng giờ chúng ta đã biết chắc rằng môi trường ở đây khắc nghiệt đến mức không thể tồn tại bất cứ dạng sống nào mà con người có thể tưởng tượng ra. Với nhiệt độ bề mặt lên tới 470oC, sao Kim là một lò thiêu đủ nóng để làm chảy cả chì và áp suất không khí trên bề mặt cao gấp 90 lần so với Trái Đất, vượt quá khả năng chịu đựng của bất cứ sinh vật nào. Công nghệ hiện nay chưa cho phép tạo ra những trang phục hoặc thậm chí là tàu vũ trụ để chúng ta có thể đặt chân lên sao Kim. Kiến thức của chúng ta về bề mặt sao Kim đều dựa trên hình ảnh ra-đa tầm xa và tiếng kêu thất thanh của một tàu thăm dò không người lái do Liên Xô phóng xuống vào năm 1972, nhưng chỉ hoạt động được một giờ trước khi vĩnh viễn tắt lịm.

Đó là những gì sẽ xảy ra nếu sống gần Mặt Trời thêm hai phút ánh sáng. Nếu cách xa hơn, vấn đề sẽ không phải là cái nóng nữa mà là cái lạnh. Sao Hỏa là một ví dụ điển hình. Hành tinh này cũng từng là một nơi thân thiện hơn, nhưng nó không thể duy trì được khí quyển và biến thành một khối đá lạnh lẽo.

Nhưng chỉ có khoảng cách phù hợp với Mặt Trời chưa phải là toàn bộ câu chuyện, vì nếu không, Mặt Trăng cũng sẽ là một nơi xanh tươi và hạnh phúc, trong khi sự thật không phải thế. Để có được điều này, còn phải có:

Loại hành tinh phù hợp. Không tin rằng có nhiều nhà địa vật lý khi được yêu cầu tính đến các yếu tố may mắn kể ra việc sống trên một hành tinh với phần lõi nóng chảy nhưng sự thật gần như

chắc chắn là nếu thiếu đi số magma đang cuộn sóng ngay dưới chân mình, chúng ta sẽ không thể tồn tại. Bên cạnh nhiều yếu tố khác, phần bên trong sôi động này tạo ra các loại khí giúp hình thành nên khí quyển, và cho chúng ta từ trường để chống lại bức xạ vũ trụ. Nó cũng cho chúng ta các mảng kiến tạo để liên tục xáo trộn và làm mới bề mặt Trái Đất. Nếu hành tinh này bằng phẳng tuyệt đối, nó sẽ được bao phủ trọn vẹn bằng một lớp nước dày đến 4km. Có thể trên đại dương cô đơn đó vẫn tồn tại sự sống, nhưng chắc hẳn sẽ không có môn bóng đá.

Bên cạnh việc có phần lõi phù hợp, Trái Đất còn chứa đựng các nguyên tố theo tỷ lệ thích hợp. Theo nghĩa đen, nó được cấu tạo bởi đúng loại vật liệu cần thiết cho sự sống. Điều này có ý nghĩa quan trọng với sự tồn tại của chúng ta đến mức nó sẽ được đề cập sau đây ít phút nhưng trước hết ta cần xem xét hai nhân tố còn lại, bắt đầu với một điểm vốn thường bị bỏ qua:

Chúng ta là một hành tinh đôi. Ít người xem Mặt Trăng là một hành tinh đồng hành, song về mặt hiệu ứng thì đúng là như vậy. Phobos và Deimos, hai vệ tinh của sao Hỏa, chỉ có đường kính khoảng 10km. Nhưng Mặt Trăng của chúng ta có đường kính lớn hơn một phần tư đường kính Trái Đất. Điều đó khiến Trái Đất trở thành hành tinh duy nhất trong hệ Mặt Trời có một vệ tinh với kích thước khá lớn so với chính nó (trừ sao Diêm Vương, nhưng điều này không có mấy ý nghĩa vì bản thân sao Diêm Vương vốn rất nhỏ) – và chính sự khác biệt này đã tạo ra chúng ta.

Nếu thiếu tác động ổn định của Mặt Trăng, Trái Đất sẽ lắc lư như một con quay sắp chết và chỉ có Chúa mới biết điều này sẽ kéo theo hậu quả gì về khí hậu và thời tiết. Lực hấp dẫn ổn định của Mặt Trăng giúp cho Trái Đất có tốc độ và góc quay chính xác để đem lại sự ổn định cần thiết cho quá trình hình thành và phát triển sự sống lâu dài. Tiếc là, điều này không phải là mãi mãi. Mặt Trăng đang trượt xa khỏi chúng ta với tốc độ 4cm mỗi năm. Sau hai tỷ năm nữa, nó sẽ quá xa và không còn giữ cho Trái Đất ổn định được nữa. Khi đó, con người sẽ phải có giải pháp khác, nhưng ngay từ bây giờ, bạn nên bắt đầu nhìn nhận tầm quan trọng của Mặt Trăng nhiều hơn một vầng sáng đáng yêu trên trời đêm.

Suốt một thời gian dài, các nhà thiên văn học cho rằng hoặc Mặt Trăng và Trái Đất được hình thành cùng lúc, hoặc Trái Đất đã tóm được Mặt Trăng khi nó trôi đến gần. Nhưng giờ đây chúng ta biết rằng, như bạn đã học ở một chương khác, khoảng 4,4 tỷ năm trước, một vật thể có kích thước bằng sao Hỏa đã va vào Trái Đất, làm văng ra một lượng vật chất đủ để tạo ra Mặt Trăng từ các

mảnh vụn. Đây rõ ràng là điều tốt cho chúng ta – nhất là khi nó xảy ra cách đây đã lâu. Nếu sự kiện này xảy ra vào năm 1896 hoặc thứ Tư tuần trước, hẳn chúng ta sẽ không vui mừng như thế. Điều này đưa chúng ta đến với nhân tố thứ tư và, mà xét trên nhiều khía cạnh, là nhân tố then chốt:

Đúng thời điểm. Vũ trụ là một nơi sôi động và cực kỳ dễ thay đổi, vì thế sự tồn tại của chúng ta là một điều kỳ diệu. Nếu một chuỗi sự kiện dài và phức tạp ngoài sức tưởng tượng diễn ra trong khoảng 4,6 tỷ năm trở lại đây không diễn ra theo một cách nhất định tại những thời điểm nhất định – xin lấy một ví dụ hiển nhiên, nếu loài khủng long không bị quét sạch bởi một trận mưa sao băng – thì có thể giờ đây bạn chỉ dài vài xentimét, có lông, đuôi và đang đọc mấy dòng này trong một hang động. Chúng ta không thật sự biết có đúng là sẽ thế không, vì chúng ta không có gì khác để so sánh với sự tồn tại của chính mình. Nhưng rõ ràng là để cuối cùng trở thành một sinh vật xã hội tương đối tiến bộ như ngày nay, bạn phải là kết quả của một chuỗi thời kỳ tương đối ổn định xen kẽ với một mức độ căng thẳng và thử thách vừa đủ (kỷ băng hà có lẽ đặc biệt hữu ích xét về mặt này), kèm theo sự vắng mặt của những thảm họa thật sự. Như bạn sẽ thấy trong phần còn lại của cuốn sách, chúng ta thật sự rất may mắn khi có được địa vị này.

Giờ thì, hãy dành một chút thời gian để nói về các nguyên tố đã tạo ra con người.

Có 94 nguyên tố tự nhiên trên Trái Đất và khoảng 23 nguyên tố khác được tìm ra trong phòng thí nghiệm, nhưng hãy xếp một phần trong số đó sang một bên – như chính các nhà hóa học vẫn thường làm. Khá nhiều nguyên tố hóa học tự nhiên không được con người biết đến. Chẳng hạn, astatin trên thực tế không hề được nghiên cứu. Nó có tên và chỗ trên bảng tuần hoàn (gần nguyên tố poloni của Marie Curie), nhưng ngoài ra thì gần như không có gì khác. Vấn đề không phải là các nhà khoa học thờ ơ, mà vì sự khan hiếm của nó. Không có nhiều astatin trong tự nhiên. Nguyên tố khó tìm hiểu hơn cả có lẽ là franxi, nó hiếm đến mức người ta tin rằng trên cả hành tinh của chúng ta có không quá 20 nguyên tử franxi. Tổng cộng, chỉ có khoảng 30 nguyên tố tự nhiên thật sự dồi dào trên Trái Đất và chỉ khoảng nửa tá trong số đó đóng vai trò trọng yếu đối với sự sống.

Như bạn có thể dự đoán đúng, ôxy là nguyên tố sẵn có nhất, chiếm khoảng 50% vỏ Trái Đất, nhưng các vị trí kế tiếp xếp theo mức độ dồi dào chắc chắn sẽ khiến bạn bất ngờ. Chẳng hạn, ít ai

đoán được rằng silic là nguyên tố phổ biến thứ hai trên Trái Đất và titan đứng thứ mười. Rất nhiều nguyên tố lạ thực chất lại dồi dào hơn các nguyên tố thông dụng. Chúng ta có nhiều xeri hơn đồng, nhiều neodymi và lantan hơn côban hay nitơ. Thiếc không thuộc nhóm 50 nguyên tố phổ biến nhất, nó thua cả những nguyên tố ít ai biết đến như praseodymi, samari, gadolini và dysprosi.

Sự dồi dào không phải luôn có nghĩa là dễ tìm thấy. Nhôm là nguyên tố phổ biến thứ tư trên Trái Đất, chiếm gần một phần mười mọi thứ dưới chân bạn, nhưng sự tồn tại của nó thậm chí còn bị hoài nghi cho đến tận khi được Humphry Davy phát hiện vào thế kỷ XIX; và suốt một thời gian dài nó được xem là kim loại quý hiếm. Quốc hội đã đặt một lớp lót bằng nhôm sáng bóng trên đỉnh Đài tưởng niệm Washington để biểu thị rằng nước Mỹ đã trở nên thịnh vượng và đẳng cấp, còn Hoàng gia Pháp cùng thời điểm đó đã bỏ bộ đồ ăn tối cấp nhà nước bằng bạc và thay bằng một bộ bằng nhôm. Đây hẳn là thời kỳ đỉnh cao của trào lưu này.

Tính dồi dào cũng không nhất định liên quan đến tầm quan trọng. Cácbon là nguyên tố phổ biến thứ 15, và chỉ chiếm một tỷ lệ rất nhỏ – 0,048% khối lượng vỏ Trái Đất – nhưng loài người sẽ biến mất nếu không có nó. Điều khiến nguyên tử cácbon trở nên thật quan trọng là tính hỗn tạp trơ trẽn của nó. Nó có thể bám vào nhiều nguyên tử khác (kể cả chính nó), giữ chặt để tạo thành chuỗi phân tử rất bền – một trò chơi của tạo hóa cần thiết cho sự hình thành prôtêin và ADN. Paul Davies đã viết: "Nếu không có cácbon, sẽ không có sự sống như chúng ta vẫn biết. Có lẽ bất cứ dạng sống nào cũng sẽ trở thành không tưởng." Thế mà cácbon lại không hề dồi dào, thậm chí ngay trong chính con người, sinh vật phụ thuộc chặt chẽ vào nó. Cứ 200 nguyên tử trong cơ thể, có 126 nguyên tử hiđro, 51 nguyên tử ôxy và chỉ có 19 nguyên tử cácbon.[1]

---

[1] · Trong 4 nguyên tử còn lại, có 3 nguyên tử nitơ, nguyên tử kia được phân bố cho các nguyên tố khác.

Các nguyên tố khác đóng vai trò quan trọng không phải đối với việc hình thành mà là duy trì sự sống. Chúng ta cần sắt để sản xuất ra hêmôglôbin, và thiếu chúng con người sẽ chết. Côban cần thiết để tạo ra vitamin B12. Kali và một lượng nhỏ natri rất cần cho hệ thần kinh. Mangan, molypden và vanadi giữ cho các enzym trong cơ thể luôn năng động. Và may thay, kẽm giúp ôxy hóa rượu.

Chúng ta đã tiến hóa để sử dụng hoặc chịu được các nguyên tố này – nếu không chúng ta khó mà có mặt ở đây – nhưng ngay cả thế thì chúng ta cũng chỉ sống được trong một khoảng cho phép. Selen[1] rất cần cho tất cả chúng ta, nhưng nếu sử dụng nó hơi quá liều thì đó sẽ là điều cuối cùng bạn làm trong đời. Mức độ mà các sinh vật cần hoặc có thể chịu được là kết quả của quá trình tiến hóa. Cừu và các loài gia súc có thể gặm cỏ cạnh nhau nhưng thực chất chúng cần một lượng khoáng chất rất khác nhau. Các loài gia súc hiện đại cần rất nhiều đồng vì chúng vốn đã tiến hóa từ các vùng đất giàu đồng ở châu Âu và châu Phi. Trong khi đó, cừu lại tiến hóa ở những khu vực nghèo đồng ở Tiểu Á. Theo quy luật, không có gì đáng ngạc nhiên, khả năng chấp nhận các nguyên tố của chúng ta tỷ lệ thuận với sự sẵn có của chúng trên Trái Đất. Con người đã tiến hóa để có thể chấp nhận, và trong một số trường hợp thật sự cần, một lượng nhỏ các nguyên tố hiếm có trong thịt và chất xơ mà chúng ta ăn. Nếu tăng liều lượng lên, đôi khi chỉ là một lượng rất nhỏ, lập tức chúng ta đã vượt ngưỡng an toàn. Vấn đề này hầu như chưa được hiểu thấu đáo. Ví dụ, không ai biết liệu một lượng nhỏ thạch tín có tốt cho sức khỏe hay không. Có người cho là có; người khác lại nghĩ rằng không. Điều chắc chắn là một lượng lớn nguyên tố này sẽ giết bạn.

1· Selen là một nguyên tố hóa học với số nguyên tử 34, ký hiệu hóa học là Se. Nó là một phi kim, về mặt hóa học rất giống với lưu huỳnh và telua, rất hiếm khi thấy nó ở dạng nguyên tố. Đối với sinh vật, nó là chất độc hại khi dùng ở liều lượng lớn, nhưng khi ở liều lượng nhỏ thì nó là lại rất cần thiết cho phần lớn chức năng của tế bào. (ND)

Tính chất của các nguyên tố còn gây tò mò hơn nữa khi chúng kết hợp với nhau. Chẳng hạn, ôxy và hiđro là hai nguyên tố thân thiện với sự cháy, nhưng khi kết hợp, chúng sẽ tạo thành nước, đương nhiên không thể cháy.[1] Kỳ lạ hơn là sự kết hợp của natri, một trong những nguyên tố kém ổn định nhất, với clo, một trong những nguyên tố độc hại nhất. Thả một nhúm natri tinh khiết vào nước nguyên chất, nó sẽ phát nổ đủ để sát thương. Clo thậm chí còn nguy hiểm hơn thế. Mặc dù với lượng nhỏ, nó có tác dụng diệt các loại vi khuẩn nhỏ (mùi bạn ngửi thấy trong thuốc tẩy chính là mùi clo); nhưng với lượng lớn hơn, nó trở thành chất độc chết người. Clo là nguyên tố được lựa chọn để chế tạo nhiều loại khí độc trong Thế chiến I. Những vận động viên bơi lội bị đau mắt sẽ chứng minh cho bạn thấy dù cực kỳ loãng, clo cũng không được cơ thể chúng ta chấp nhận. Thế nhưng nếu bạn đặt hai nguyên tố này lại gần nhau, bạn sẽ có Natri clorua – muối ăn thông dụng.

---

[1]· Bản thân ôxy không cháy, nó chỉ đơn thuần hỗ trợ sự cháy của các vật khác. Điều này là tốt vì nếu ôxy có thể cháy, thì mỗi khi bạn quẹt một que diêm, tất cả không khí quanh bạn sẽ bùng lửa. Ngược lại, khí hiđro rất dễ cháy, điều này được chứng minh trong thảm họa Hindenburg vào ngày 6 tháng Năm năm 1937 tại Lakehurst, New Jersey khi mà khí hiđro dùng trong khinh khí cầu LZ-129 phát nổ và bốc cháy, lấy đi 36 mạng người.

Nhìn chung, nếu một nguyên tố không tự tìm được đường vào các hệ trong cơ thể người một cách tự nhiên – chẳng hạn nếu nó không tan trong nước – chúng ta có xu hướng không chấp nhận nó. Chì gây ngộ độc vì chúng ta không bao giờ tiếp xúc với nguyên tố này cho đến tận khi chúng ta bắt đầu dùng nó làm thùng đựng thức ăn và ống dẫn nước. (Không phải tình cờ, ký hiệu hóa học của chì là Pb, xuất phát từ tiếng Latin *plumbum*, đây là từ gốc của từ *plumbing* trong tiếng Anh hiện đại, nghĩa là nghề hàn chì.) Người La Mã đã dùng chì để tăng hương vị cho rượu, có lẽ đây là một nguyên nhân khiến họ không còn hùng mạnh như xưa. Như chúng ta đã thấy ở đâu đó, khả năng chịu đựng của con người với chì (chưa kể cadimi, thủy ngân và các loại chất độc công nghiệp khác mà chúng ta thường tự nạp vào cơ thể) là rất thấp. Khi các nguyên tố không xuất hiện một cách tự nhiên trên Trái Đất, chúng ta không tiến hóa để chấp nhận chúng, và chúng có xu hướng trở nên cực kỳ độc hại, chẳng hạn trường hợp của plutoni. Khả năng hấp thụ plutoni của con người là bằng không: ở mọi mức độ, nó đều khiến bạn nhắm mắt xuôi tay.

Tôi đã đưa bạn qua một chặng đường dài để đi đến một kết luận nhỏ: phần lớn nguyên nhân khiến Trái Đất có vẻ phù hợp một cách kỳ diệu đối với sự sống là vì chúng ta đã tiến hóa để thích nghi với hoàn cảnh của nó. Chúng ta ngạc nhiên không phải vì nó phù hợp cho sự sống, mà vì nó phù hợp cho sự sống *của chúng ta* (và thật ra điều này không thực sự đáng ngạc nhiên). Có thể vì có nhiều thứ khiến Trái Đất trở nên lý tưởng trong mắt chúng ta – Mặt Trời chuẩn xác, Mặt Trăng lẩm cẩm, cácbon thân thiện, v.v.. Sự lý tưởng đó đơn giản xuất phát từ việc con người sinh ra đã dựa dẫm vào chúng. Không ai có thể nói rõ được hết những điều ấy.

Các thế giới khác có thể hàm ơn những hồ thủy ngân ánh bạc và những đám mây ammôniac lang thang. Họ có thể vui mừng vì hành tinh của họ không lắc lư một cách ngớ ngẩn, hay vì các mảng địa chất không nghiến vào nhau và phun những đám magma lộn xộn lên mặt đất, mà lại tồn tại trong trạng thái yên bình vĩnh viễn phi kiến tạo. Bất cứ vị khách phương xa nào tới Trái Đất chắc chắn sẽ kinh ngạc khi thấy chúng ta sống trong bầu khí quyển chứa nitơ, một loại khí trơ không có mong muốn phản

ứng với bất cứ thứ gì, và ôxy, một loại khí thiên vị sự cháy đến mức cần có các trạm cứu hỏa đặt khắp nơi trong thành phố để bảo vệ chính chúng ta khỏi sự phản ứng nhạy bén của nó. Cho dù các du khách này là sinh vật hai chân thở bằng ôxy, biết đi mua sắm và xem phim hành động, thật khó mà tưởng tượng rằng họ sẽ thấy môi trường Trái Đất là lý tưởng. Chúng ta thậm chí còn không thể mời họ ăn trưa vì thức ăn của chúng ta chứa mangan, selene, kẽm và các nguyên tố khác mà ít nhất một vài loại trong số đó sẽ khiến họ ngộ độc. Với họ, Trái Đất có lẽ chẳng có vẻ gì là một nơi thân thiện bẩm sinh.

Nhà vật lý Richard Feynman từng nói đùa về cách người ta đưa ra các kết luận kiểu *nhìn ngược lại* – lập luận từ các dữ kiện đã biết để lần ngược lại nguyên nhân. "Bạn biết đấy, điều kỳ lạ nhất đã xảy ra với tôi tối nay," ông sẽ nói vậy. "Tôi đã thấy một chiếc xe hơi mang biển số ARW 357. Bạn có thể tưởng tượng không? Trong số hàng triệu biển xe trên đất nước này, liệu tôi có bao nhiêu cơ hội nhìn thấy một biển số đặc biệt như thế vào tối nay? Thật đáng kinh ngạc!" Tất nhiên, điều ông muốn nói là một tình huống tầm thường nào đó cũng rất dễ trở thành phi thường nếu bạn xem nó là định mệnh.

Vì vậy, có thể tất cả mọi sự kiện và điều kiện dẫn tới hình thành sự sống trên Trái Đất không đến mức quá phi thường như chúng ta nghĩ. Tuy nhiên, chúng đủ phi thường và chắc chắn vẫn là như vậy cho đến khi con người tìm được một nơi tốt hơn.

17
Đi vào tầng đối lưu

Ơn Chúa vì bầu khí quyển. Nó giữ ấm cho chúng ta. Nếu thiếu nó, Trái Đất sẽ trở thành một khối cầu băng giá không sự sống với nhiệt độ trung bình khoảng -50oC. Bên cạnh đó, khí quyển hấp thụ và chuyển hướng các chùm tia vũ trụ, các hạt mang điện, tia cực tím và nhiều thứ khác. Tổng cộng, lớp đệm khí mang tên khí quyển tương đương với một lớp bê-tông bảo vệ dày tới 4,5m, mà nếu thiếu nó những vị khách vô hình từ vũ trụ sẽ xuyên qua chúng ta như những lưỡi dao găm nhỏ. Ngay cả những hạt mưa cũng có thể quất xuống chúng ta một cách tàn nhẫn nếu không được bầu khí quyển kéo chậm lại. Điều đáng ngạc nhiên nhất về khí quyển là nó lại rất mỏng manh. Tính từ mặt đất trở lên, nó chỉ dày khoảng 190km. Thoạt nghe, con số này có vẻ lớn khi chúng ta nhìn từ mặt đất lên, song nếu bạn thu nhỏ Trái Đất xuống bằng kích thước của một quả địa cầu tiêu chuẩn, khí quyển của chúng ta chỉ có độ dày của hai lớp dầu bóng.

Nói một cách dễ hiểu, về mặt khoa học, khí quyển được chia thành bốn tầng khác nhau: đối lưu, bình lưu, trung gian, điện ly (còn được gọi là tầng nhiệt). Tầng đối lưu là phần gần chúng ta nhất. Bản thân nó chứa đủ hơi ấm và ôxy để chúng ta có thể tồn tại, nhưng nó sẽ nhanh chóng trở nên kém thân thiện nếu bạn vượt qua nó. Tính từ mặt đất tới điểm cao nhất, tầng đối lưu dày khoảng 16km ở xích đạo và không quá 10-11km ở các vĩ độ ôn đới, nơi hầu hết chúng ta sinh sống. Nó chiếm tới 80% khối lượng khí quyển, gần như toàn bộ nước và do đó, gần như toàn bộ các hiện tượng thời tiết đều nằm tại lớp mỏng manh này. Khoảng cách giữa bạn và vùng đầy xáo trộn đó thật sự không xa lắm.

Trên tầng đối lưu là tầng bình lưu. Khi bạn thấy phần chóp của một đám mây giông có dạng như cái đe, đó là khi bạn đang quan sát ranh giới giữa tầng đối lưu và tầng bình lưu. Tấm trần vô hình

này được gọi là *khoảng lặng đối lưu* và được một người Pháp tên là Léon-Philippe Teisserenc de Bort phát hiện vào năm 1902 nhờ khinh khí cầu. *Khoảng lặng* (pause) không phải là sự gián đoạn tạm thời mà là ngừng vĩnh viễn (có gốc từ tiếng Hy Lạp *menopause*). Ở những nơi tầng đối lưu có bề dày lớn nhất, khoảng lặng đối lưu cũng không quá xa. Một cú nâng theo cách được dùng trong các máy bay hiện đại sẽ đưa bạn tới đây trong khoảng 20 phút, nhưng bạn không nên đi chuyến này. Khi tăng độ cao đột ngột mà không được điều áp, hậu quả ít nhất sẽ là tình trạng phù não và phổi nặng do dư thừa chất lỏng trong các mô. Khi cửa được mở ra tại nơi vừa đến để ngắm cảnh, mọi người bên trong hầu như đã chết hoặc sắp chết. Ngay cả khi việc bay lên cao như vậy được tính toán thận trọng hơn, nó cũng gây ra rất nhiều phiền toái. Nhiệt độ ở độ cao 10km có thể xuống tới -57°C, và khi đó bạn sẽ rất cần hay ít nhất là sẽ nhận thức được giá trị của nguồn ôxy bổ sung.

Sau khi bạn rời tầng đối lưu, nhiệt độ lại bắt đầu tăng lên khoảng 4°C, nhờ hiệu ứng hấp thụ của tầng ôzôn (đây là một phát hiện khác của de Bort trong chuyến bay táo bạo của ông vào năm 1902). Sau đó, nó đột ngột hạ xuống -90°C ở tầng trung gian trước khi tăng vọt lên 1.500°C ở tầng nhiệt – được đặt tên chính xác nhưng lại rất thất thường, vì tại đây nhiệt độ có thể chênh lệch khảng 500 độ giữa ngày và đêm – dù phải nói rằng nhiệt độ ở độ cao như vậy chỉ là một khái niệm danh nghĩa. Nhiệt độ thực chất là thước đo mức độ hoạt động của các phân tử. Ở mực nước biển, các phân tử khí dày đặc đến mức một phân tử chỉ có thể di chuyển trong khoảng cách rất nhỏ – chính xác là khoảng tám phần triệu của 1cm – trước khi va vào phân tử khác. Vì hàng nghìn tỷ phân tử không ngừng va đập nên nhiệt lượng sẽ được trao đổi. Song ở độ cao của tầng nhiệt, từ 80km trở lên, không khí loãng đến mức hai phân tử cách xa nhau hàng dặm và khó có thể va chạm. Như vậy, dù mỗi nguyên tử rất nóng nhưng do chúng ít tương tác nên gần như không dẫn tới sự trao đổi nhiệt. Đây là tin tốt dành cho các vệ tinh và tàu vũ trụ, nếu sự trao đổi nhiệt diễn ra hiệu quả, bất cứ vật thể nhân tạo nào ở tầng này cũng sẽ bốc cháy.

Dù vậy, các tàu vũ trụ vẫn phải cẩn thận khi ra ngoài khí quyển, nhất là khi trở lại Trái Đất. Thảm họa tàu con thoi *Columbia* xảy ra vào tháng Hai năm 2003 là một minh chứng đau lòng. Dù khí quyển rất mỏng, nếu một vật thể bay xuống theo một góc rất dốc – nhiều hơn khoảng 6 độ – hoặc với tốc độ quá nhanh, nó có thể va chạm với đủ nhiều nguyên tử để tạo ra lực cản cực kỳ dễ gây cháy. Ngược lại, nếu một phương tiện đi vào tầng điện ly theo một góc quá tù, nó sẽ bị nẩy bật về vũ trụ như một viên sỏi lướt trên mặt

nước.

Mặc dù vậy, bạn không cần phải ra tới rìa của khí quyển để được nhắc nhở rằng con người là những sinh vật chỉ gắn chặt với mặt đất. Những ai sống ở một thành phố có nhiều tòa nhà cao tầng sẽ thấy không cần phải lên đến độ cao vài trăm mét so với mực nước biển thì cơ thể mới bắt đầu phản ứng. Ngay cả những vận động viên leo núi, dù tập luyện thường xuyên và được trang bị bình ôxy khi lên cao, cũng không tránh khỏi cảm thấy buồn nôn, mệt mỏi, tê cóng, thân nhiệt hạ, đau nửa đầu, mất cảm giác ngon miệng, và rất nhiều kiểu rối loạn chức năng đáng ngại khác. Cơ thể con người có hàng trăm cách để nhắc nhở chủ nhân của mình rằng nó không được tạo ra để vận hành ở những nơi cao hơn mực nước biển.

"Dù là ở những hoàn cảnh thuận lợi nhất," nhà leo núi Peter Habeler viết về điều kiện trên đỉnh Everest, "mỗi bước đi ở độ cao đó cũng đòi hỏi một nỗ lực khổng lồ. Bạn sẽ phải tự thúc ép mình thực hiện từng cử động, nhích từng gang tay. Bạn luôn bị đe dọa bởi một sự mệt mỏi chết người." Trong cuốn *The Other Side of Everest* [tạm dịch: *Phía bên kia của đỉnh Everest*], vận động viên leo núi kiêm nhà làm phim người Anh, Matt Dickinson, đã thuật lại câu chuyện vào năm 1924, Howard Somervell đã suýt mất mạng trong chuyến thám hiểm lên đỉnh Everest "vì bị nghẹt thở do một phần thịt bị nhiễm trùng của ông sưng lên, bịt chặt khí quản." Phải rất nỗ lực, Somervell mới khạc được vật gây nghẽn ra. Hóa ra "đó là toàn bộ niêm mạc nhầy của thanh quản".

Suy nhược cơ thể ở độ cao trên 7.500m là điều đã được biết đến từ lâu – các nhà leo núi gọi đó là Khu vực Chết – nhưng có nhiều người đã suy nhược nghiêm trọng thậm chí nguy hiểm đến tính mạng ở độ cao không quá 4.500m. Sự nhạy cảm với độ cao không liên quan nhiều đến thể trạng. Người già đôi khi vẫn có thể tán chuyện trên cao, trong khi thanh niên trai tráng thì run lẩy bẩy, nằm rên rỉ cho đến khi được đưa xuống.

Giới hạn tuyệt đối trong khả năng chịu đựng để có thể sống sót của con người là khoảng 5.500m, nhưng ngay cả những ai quen sống trên cao cũng không chịu được nó lâu dài. Frances Ashcroft, trong cuốn *Life at the Extremes*, đã kể lại rằng dù trên dãy Andes có nhiều mỏ lưu huỳnh ở độ cao 5.800m, nhưng các thợ mỏ đều muốn leo xuống độ cao 460m mỗi tối và leo lại lên vào ngày hôm sau chứ không chịu ở liên tục tại độ cao này. Những người cư trú lâu dài trên cao phải mất hàng nghìn năm tiến hóa để có phổi và lồng ngực to hơn cũng như mật độ hồng cầu mang ôxy tăng lên

tới gần một phần ba, dù việc tăng hồng cầu cũng có giới hạn mà nếu vượt quá mức này, máu sẽ trở nên quá đặc và không thể lưu thông bình thường. Hơn nữa, ở độ cao trên 550m, kể cả những phụ nữ thích nghi tốt nhất cũng không cung cấp đủ ôxy cho thai nhi để chúng có thể phát triển đầy đủ.

Vào năm 1780, khi con người bắt đầu thí nghiệm thả khinh khí cầu ở châu Âu, điều khiến người ta ngạc nhiên là sự lạnh giá khi lên cao. Trung bình cứ lên cao 1.000m, nhiệt độ lại giảm đi 1,6oC. Logic thông thường chỉ ra rằng càng tới gần nguồn nhiệt, bạn sẽ càng thấy ấm. Một phần của lời giải thích cho điều này là bạn không thật sự đến gần Mặt Trời hơn. Mặt Trời cách chúng ta 93 triệu dặm. Việc lên cao thêm 100m không khác gì bước một bước tới gần một đám cháy ở Australia hơn với hy vọng ngửi thấy mùi khói trong khi bạn đang ở tận Ohio. Câu trả lời đưa chúng ta trở lại vấn đề mật độ nguyên tử trong không khí. Mặt Trời cung cấp năng lượng cho chúng, khiến chúng chuyển động nhanh hơn và va chạm nhiều hơn, sinh ra nhiệt. Trong một ngày hè, khi bạn cảm nhận được sự ấm áp của Mặt Trời chiếu sau lưng, thật ra đó là các nguyên tử hoạt động mạnh. Càng lên cao, số nguyên tử càng giảm và vì thế càng ít cơ hội để chúng tương tác. Không khí biết đánh lừa. Dù ở mực nước biển, chúng ta vẫn thường nghĩ về không khí với đặc tính trong suốt và không trọng lượng. Thật ra, chúng rất nặng và sức nặng này sinh ra lực. Nhà hải dương học Wyville Thomson đã viết cách đây hơn một thế kỷ: “Đôi khi chúng ta thức dậy vào buổi sáng, nhìn thấy phong vũ biểu tăng thêm 1in, và biết nửa tấn đã lặng lẽ đè lên mình trong lúc đang ngủ. Tuy vậy, chúng ta không hề cảm thấy gì ngoài sảng khoái và bồng bềnh, vì cần ít lực hơn để dịch chuyển cơ thể chúng ta trong môi trường có mật độ cao hơn.” Lý do bạn không cảm thấy bị đè bẹp dưới áp lực tăng đến nửa tấn đó cũng giống như lý do cơ thể bạn sẽ không bị nghiền nát dưới đáy biển: nó cấu tạo chủ yếu từ các chất lỏng không thể bị nén, có khả năng đẩy ngược để cân bằng áp suất trong và ngoài.

Còn khi không khí chuyển động, như trong một cơn bão hay chỉ đơn thuần là cơn gió mạnh, bạn sẽ nhanh chóng nhận thấy nó có khối lượng đáng kể. Tổng cộng có khoảng 5.200 triệu triệu tấn không khí xung quanh chúng ta – nghĩa là khoảng 25 triệu tấn trên mỗi dặm vuông của hành tinh này – đây không phải là một con số nhỏ. Khi hàng triệu tấn khí thổi qua với tốc độ 50 tới 60km/giờ, không có gì đáng ngạc nhiên nếu cây cối đổ rạp hay nhà cửa bị tốc mái. Như Anthony Smith nhận xét, trong điều kiện khí hậu bình thường, sẽ có khoảng 750 triệu tấn khí lạnh nằm bên dưới hàng tỷ tấn khí ấm hơn. Không cần ngạc nhiên nếu điều

này dẫn tới những hiện tượng khí tượng thú vị.

Chắc chắn thế giới trên đầu chúng ta không thiếu năng lượng. Người ta tính toán được rằng một cơn bão có thể chứa đủ năng lượng cho cả nước Mỹ dùng trong bốn ngày. Trong điều kiện phù hợp, những đám mây giông có thể lên tới độ cao 10-15km và chứa các dòng khí vận động với tốc độ hơn 150km/giờ. Chúng thường ở sát nhau và đó là lý do các phi công không muốn bay xuyên qua chúng. Giữa đám hỗn loạn, các hạt bên trong đám mây sẽ bắt đầu tích điện. Vì những nguyên nhân chưa được làm rõ hoàn toàn, các hạt nhẹ hơn có xu hướng tích điện dương và được các dòng khí đẩy lên phía trên của đám mây. Các hạt nặng hơn nằm bên dưới và sẽ tích điện âm. Các hạt mang điện âm này có xu hướng lao về phía Trái Đất vốn mang điện dương và thật xui xẻo cho tất cả những gì nằm trên đường đi của chúng. Một tia sét có tốc độ 435.000km/giờ và có thể đốt nóng không khí xung quanh lên tới 28.000oC, gấp vài lần nhiệt độ bề mặt Mặt Trời sẽ xuất hiện. Tại bất kỳ thời điểm nào cũng có 1.800 cơn bão đang diễn ra trên toàn thế giới – khoảng 40.000 cơn mỗi ngày. Suốt ngày đêm trên khắp hành tinh, cứ mỗi giây lại có 100 tia sét đánh xuống mặt đất. Bầu trời quả là một nơi náo nhiệt.

Điều đáng ngạc nhiên là, đa số kiến thức của chúng ta về những gì đang xảy ra đều mới được tìm ra gần đây. Dòng tia, thường xuất hiện ở độ cao 9.000-10.000m, có thể di chuyển với vận tốc gần 300km/giờ và gây ảnh hưởng lớn tới hệ thống thời tiết trên mọi châu lục. Thế nhưng, sự tồn tại của chúng không bị ai hoài nghi cho đến khi các phi công gặp phải chúng trong Thế chiến II. Thậm chí cho đến nay, rất nhiều hiện tượng khí quyển vẫn không thể lý giải. Một dạng sóng nổi tiếng gọi là nhiễu động trời trong thường khiến máy bay rung lắc. Mỗi năm có khoảng 20 trường hợp nghiêm trọng đến mức phải báo cáo lại. Chúng không liên quan tới các cấu trúc mây hay bất cứ thứ gì khác có thể nhìn thấy bằng mắt thường hay bằng ra-đa. Chúng đơn giản chỉ là một đám nhiễu động gây sửng sốt giữa bầu trời yên tĩnh. Một trong số những vụ việc điển hình là trường hợp một máy bay từ Singapore tới Sydney bay qua miền trung Australia trong điều kiện bình thường đột ngột rơi xuống độ cao 90m – đủ để ném những người không thắt dây an toàn lên trần. Mười hai người bị thương, trong đó một người bị thương nặng. Không ai biết điều gì đã tạo ra các phân tử khí gây rối này.

Quá trình khiến không khí vận động trong khí quyển cũng chính là quá trình chi phối phần bên dưới lớp vỏ của Trái Đất, hay còn gọi là sự đối lưu. Hơi ẩm, không khí nóng từ vùng cận xích đạo sẽ

bay lên cao cho đến khi chúng chạm tới khoảng lặng đối lưu và bắt đầu tỏa ra. Càng xa xích đạo, không khí càng lạnh dần và chìm xuống dưới. Khi chạm đáy, một phần không khí đang chìm sẽ tìm nơi có áp suất thấp để chiếm chỗ và theo đó chúng quay trở lại xích đạo, kết thúc vòng tuần hoàn.

Tại xích đạo, quá trình đối lưu thường ổn định hơn và tương đối dễ dự đoán, nhưng tại các vùng ôn đới, nó lại có xu hướng thay đổi theo mùa, cục bộ và ngẫu nhiên hơn, đây là nguyên nhân dẫn đến cuộc chiến không ngừng giữa các khối không khí có áp suất cao và các khối không khí có áp suất thấp. Các khối khí áp suất thấp được hình thành từ không khí bay lên, mang theo hơi nước lên bầu trời, hình thành những đám mây và cuối cùng là mưa. Không khí ấm giữ hơi ẩm tốt hơn không khí lạnh, đó là nguyên nhân làm các cơn bão nhiệt đới vào mùa hè thường nghiêm trọng nhất. Vì vậy, những vùng thấp dễ có mây và mưa, còn vùng cao lại nắng và thời tiết đẹp. Khi hai khối khí này gặp nhau, nó thường biểu hiện qua các đám mây. Ví dụ, những đám mây tầng – là những vùng mây lộn xộn, đáng ghét tạo ra bầu trời u ám – xuất hiện khi những luồng khí mang hơi ẩm thiếu sức mạnh để vượt qua được một vùng không khí ổn định hơn bên trên, do đó nó tỏa ra như một làn khói chạm phải trần nhà. Thực chất nếu quan sát một người hút thuốc, bạn sẽ hiểu ra mọi thứ dễ dàng bằng cách quan sát cách thức khói thuốc bay lên từ một điếu thuốc trong phòng kín. Ban đầu nó lên thẳng và sau đó nó lan rộng như một gợn sóng khuếch tán. Siêu máy tính tốt nhất trên thế giới, dù đo đạc trong môi trường được kiểm soát tốt nhất, cũng không thể dự đoán được gợn sóng này sẽ có hình dạng như thế nào, do đó, bạn có thể hình dung ra sự khó khăn mà các nhà khí tượng gặp phải khi họ muốn dự báo những chuyển động này trong một thế giới rộng lớn, lộng gió và luôn xoay tròn.

Chúng ta biết rằng do nhiệt từ Mặt Trời được phân bố không đều nên đã tạo ra sự khác biệt về áp suất không khí trên hành tinh. Không khí không thể cưỡng lại việc này, vì thế nó di chuyển vòng quanh để cố gắng tạo ra sự cân bằng. Gió chỉ đơn giản là một nỗ lực của không khí nhằm giữ mọi thứ ở trạng thái cân bằng. Không khí luôn di chuyển từ nơi có áp suất cao đến nơi có áp suất thấp (hãy nghĩ đến bất cứ thứ gì chịu áp suất không khí như quả bóng bay, bình khí nén hay chiếc máy bay không có cửa sổ, bạn sẽ hiểu không khí có áp suất cao luôn muốn di chuyển sang nơi khác). Mức độ chênh lệch áp suất càng lớn, gió thổi càng mạnh.

Đồng thời, tốc độ gió, cũng như tất cả mọi thứ có khả năng tích lũy, sẽ gia tăng theo cấp số nhân. Vì thế, một cơn gió thổi với vận

tốc 300km/giờ không đơn thuần mạnh hơn 10 lần so với một cơn gió có vận tốc 30km/giờ, mà là 100 lần – do đó, sức tàn phá của nó cũng lớn hơn. Với vài triệu tấn không khí hưởng ứng hiệu ứng gia tốc này, hậu quả sẽ là không tưởng. Một cơn bão nhiệt đới trong 24 giờ có thể giải phóng năng lượng đủ cho một quốc gia phát triển với diện tích trung bình như Anh hay Pháp dùng trong một năm.

Nỗ lực của không khí nhằm thiết lập trạng thái cân bằng được Edmond Halley – người đàn ông xuất hiện ở mọi nơi – dự đoán đầu tiên và được một cộng sự của ông ở thế kỷ XVIII, Briton George Hadley, nghiên cứu sâu hơn và ông này nhận thấy các luồng khí bay lên rồi hạ xuống có xu hướng tạo ra các "buồng" (do đó nó được gọi là "buồng Hadley"). Dù nghề chính là luật sư nhưng Hadley lại đam mê nghiên cứu thời tiết (trên hết, ông là một người Anh điển hình) và đã chỉ ra mối liên hệ giữa các buồng khí, sự quay của Trái Đất và sự lệch hướng rõ ràng của không khí, vốn là nguồn gốc của gió mậu dịch. Tuy vậy, Gustave-Gaspard de Coriolis, giáo sư ngành kỹ thuật của trường Bách khoa Paris, là người đã làm rõ các mối liên hệ này vào năm 1835, do đó người ta gọi đây là hiệu ứng Coriolis. (Ông còn chế tạo ra công cụ làm lạnh nước, tới nay vẫn được lưu giữ tại trường này với tên gọi máy Corios.) Trái Đất tự quay quanh trục với tốc độ 1.675km/giờ tại xích đạo, nhưng nếu bạn đi về phía hai cực, con số này sẽ giảm xuống đáng kể, chẳng hạn tại London hay Paris vận tốc quay chỉ còn khoảng 900km/giờ. Bởi khi ở xích đạo, Trái Đất phải đưa bạn đi một đoạn đường khá xa – khoảng 40.000km – để đặt bạn lại vị trí cũ, trong khi nếu đứng ngay gần Bắc Cực, bạn chỉ cần đi vài mét để hoàn thành vòng xoay; nhưng bạn đều mất 24 giờ để trở về nơi xuất phát với cả hai trường hợp. Do đó, càng gần xích đạo, bạn càng phải xoay nhanh hơn.

Hiệu ứng Coriolis lý giải tại sao mọi thứ chuyển động theo một đường thẳng nằm ngang so với chiều quay của Trái Đất, và nếu có đủ khoảng cách, sẽ có xu hướng vòng sang phải ở bán cầu bắc và vòng sang trái ở bán cầu nam khi Trái Đất xoay bên dưới chúng. Cách dễ nhất để hình dung ra là tưởng tượng bạn đang đứng trong một vòng tròn gỗ lớn và ném một quả bóng về phía một người ở rìa vòng tròn. Vào thời điểm quả bóng tới được vị trí đó, nhân vật mục tiêu này đã di chuyển và quả bóng sượt qua phía sau anh ta. Từ góc nhìn của người này, dường như nó đã vòng ra xa anh ta. Đây là hiệu ứng Coriolis, nguyên nhân khiến các cơn bão xoáy tròn như con quay. Hiệu ứng này cũng giải thích tại sao súng pháo khi bắn đều phải điều chỉnh sang trái hoặc phải; nếu không một quả pháo tầm xa 15 dặm sẽ đi chệch hướng khoảng 100yd và rơi

tõm xuống biển một cách vô hại.

Dù thời tiết có tầm quan trọng cả về thể chất lẫn tâm lý với hầu như tất cả mọi người, nhưng khí tượng chỉ thật sự trở thành một ngành khoa học từ đầu thế kỷ XIX (dù thuật ngữ *khí tượng học* đã có từ năm 1626, do T. Granger đặt ra trong một cuốn sách về logic).

Một phần của vấn đề là để thành công trong lĩnh vực khí tượng đòi hỏi các phép đo nhiệt độ chính xác trong suốt một thời gian dài, trong khi nhiệt kế từng là một dụng cụ khó chế tạo hơn bạn tưởng. Độ chính xác của nhiệt kế phụ thuộc vào việc tạo ra một lỗ khoan rất đều trong một ống thủy tinh, và điều này không hề dễ dàng. Người đầu tiên giải quyết được vấn đề này là Daniel Gabriel Fahrenheit, một nhà chế tạo dụng cụ người Hà Lan. Ông đã làm ra một chiếc nhiệt kế chính xác vào năm 1717. Tuy nhiên, vì một số lý do, ông đã điều chỉnh dụng cụ của mình để nhiệt độ đóng băng là 32 độ và nhiệt độ sôi là 212 độ. Lập tức, những con số lạc lõng này khiến nhiều người không hài lòng. Năm 1742, Anders Celsius, một nhà thiên văn học người Thụy Điển, đã tạo ra một nhiệt kế mang tính cạnh tranh. Để chứng minh rằng các nhà phát minh hiếm khi thực sự chính xác, trên nhiệt kế của mình, ban đầu Celsius đã đặt nhiệt độ sôi là 0 và nhiệt độ đóng băng là 100; nhưng sau đó nhanh chóng đảo ngược.

Người vẫn thường được xem là cha đẻ của ngành khí tượng hiện đại là một dược sĩ người Anh, Luke Howard. Ông trở nên nổi tiếng vào đầu thế kỷ XIX. Ngày nay, Howard được nhớ tới chủ yếu nhờ việc đặt tên cho các loại mây vào năm 1803. Dù là một thành viên tích cực và được kính trọng của Hội Linnaeus và sử dụng các nguyên lý của Linnaeus trong nghiên cứu mới của mình, nhưng Howard lại chọn Hội Askesian ít ai biết đến làm nơi công bố hệ thống phân loại mới của mình. (Hội Askesian gồm các thành viên có niềm yêu thích khác thường với nitơ oxit, vì thế chúng ta chỉ có thể mong họ lắng nghe những gì Howard trình bày trong trạng thái tỉnh táo. Về điểm này, các học giả của trường phái Howard luôn im lặng một cách đáng tò mò.)

Howard chia các đám mây thành ba nhóm: mây tầng là các đám mây xếp lớp, mây tích là các đám mây bông hơn và mây ti thường ở trên cao, có hình túm lông mỏng và thường báo hiệu thời tiết lạnh hơn. Về sau, ông còn bổ sung thuật ngữ mây vũ để chỉ những đám mây gây mưa. Vẻ đẹp của hệ thống Howard nằm ở chỗ các thành tố cơ bản để gọi tên loại mây có thể được kết hợp để mô tả bất cứ hình dạng và kích thước nào của một đám mây bay ngang

qua – tích tầng, ti tầng, vũ tích, v.v… Cách phân loại này nhanh chóng nổi tiếng không chỉ riêng ở Anh. Thi hào Goethe đã thích thú hệ thống này đến mức ông dành tới bốn bài thơ tặng Howard.

Hệ thống của Howard đã được bổ sung và hoàn thiện qua thời gian đến mức cuốn *International Clouds Atlas* [tạm dịch: *Bản đồ mây quốc tế*] có tới hai tập. Điều thú vị là các loại mây hậu-Horward đều là thử nghiệm, chưa ai nhìn thấy chúng bên ngoài các phòng thí nghiệm khí tượng. Rất tình cờ, phiên bản đầu tiên của cuốn atlas này, xuất bản năm 1896, đã chia mây thành 10 loại cơ bản, trong đó loại có hình dáng đầy đặn, bông xốp nhất là loại thứ chín, mây vũ tích.[1] Có lẽ đây là nguồn gốc của cụm từ "chín tầng mây".

---

[1] · Nếu bạn từng thấy ấn tượng trước vẻ đẹp và sự sắc nét của rìa các đám mây tích, trong khi các đám mây khác có xu hướng mờ hơn, thì có thể là do ranh giới giữa phần ẩm trong một đám mây tích và không khí khô bên trên. Bất cứ phân tử nước nào lạc ra ngoài rìa đám mây sẽ lập tức nhiễm điện do không khí khô bên ngoài, khiến đám mây luôn giữ được ranh giới rõ ràng này. Các đám mây ti ở cao hơn được cấu tạo bởi băng và vùng giữa tại rìa đám mây, không khí bên trên không được vạch rõ nên rìa của chúng rất mờ nhạt.

Trừ các đám mây giống hình đe nặng nề và giận dữ thỉnh thoảng xuất hiện, các đám mây bình thường thật sự hiền hòa và mong manh đến mức đáng ngạc nhiên. Một đám mây tích mùa hè bồng bềnh, với kích thước mỗi bề hàng trăm mét, thật ra không chứa nhiều hơn 100-150 lít nước – "chỉ đủ để đổ đầy một bồn tắm", như James Trefil từng nhận xét. Bạn có thể cảm nhận phần nào tính phi vật chất của các đám mây bằng cách băng qua đám sương mù – vì sương mù chính là một đám mây không thể bay lên. Hãy trích lời Trefil một lần nữa: "Nếu đi bộ 100 thước qua một đám sương mù bình thường, bạn sẽ chỉ đang tiếp xúc với một nửa inch nước – không đủ cho bạn giải khát." Do đó, các đám mây không phải là những con đập chứa nước khổng lồ. Chỉ khoảng 0,035% lượng nước sạch của Trái Đất đang bay lơ lửng trên đầu chúng ta ngay lúc này.

Tùy thuộc vào nơi nó rơi xuống, số phận của một phân tử nước sẽ rất khác nhau. Nếu đó là một vùng đất màu mỡ, nó sẽ được cây trồng hấp thụ hoặc sẽ lại bốc hơi sau vài giờ hoặc vài ngày. Tuy nhiên, nếu tìm được đường xuống các mạch nước ngầm, nó sẽ không nhìn thấy mặt trời trong nhiều năm – thậm chí là hàng nghìn năm, nếu mạch nước đủ sâu. Khi nhìn vào một hồ nước, bạn đang chiêm ngưỡng một bộ sưu tập các phân tử đã ở trên mặt

đất khoảng một thập kỷ. Thời gian các phân tử nước cư trú trên biển được cho là hơn 100 năm. Tổng cộng, khoảng 60% số phân tử nước trong một cơn mưa sẽ trở lại bầu khí quyển trong một hoặc hai ngày. Một khi đã bốc hơi, chúng sẽ ở trên trời không quá một tuần – Drury đưa ra con số 12 ngày – trước khi lại biến thành mưa rơi xuống.

Bay hơi là một quá trình nhanh chóng, bạn có thể dễ dàng đánh giá điều này khi quan sát số phận của một vũng nước trong một ngày hè. Thậm chí những vùng rộng lớn như Địa Trung Hải cũng sẽ cạn kiệt sau 1.000 năm nếu không được bổ sung nước liên tục. Hiện tượng này từng xảy ra gần sáu triệu năm trước và giới khoa học gọi đó là Thảm họa Messinia. Mọi thứ xuất phát từ việc sự dịch chuyển lục địa đã đóng chặt eo biển Gibraltar. Khi Địa Trung Hải khô cạn, nước của nó đã chuyển sang các vùng biển khác dưới dạng nước tinh khiết, làm giảm nồng độ muối ở những nơi này – thực chất, là khiến nước ở các vùng biển này loãng tới mức có thể đóng băng trên diện rộng hơn mức bình thường. Diện tích băng gia tăng đã đẩy nhiều năng lượng Mặt Trời ra xa và đưa Trái Đất vào một kỷ Băng hà. Ít nhất, lý thuyết nói vậy.

Một điều chắc chắn đúng, theo những gì chúng ta có thể nói, đó là chỉ một thay đổi nhỏ trong các cơ chế của Trái Đất cũng có thể gây ra những hậu quả ngoài sức tưởng tượng. Một hiện tượng tương tự, chúng ta sẽ thấy sau đây chốc lát, thậm chí có thể đã tạo ra loài người.

Sức mạnh của các vận động trên bề mặt hành tinh nằm ở các đại dương. Thực tế, các nhà khí tượng học ngày càng có xu hướng xem các đại dương và khí quyển là một hệ thống duy nhất. Vì thế ở đây chúng ta cần chú ý tới chúng đôi chút. Nước có khả năng giữ và truyền nhiệt thật kỳ diệu, bạn sẽ ngạc nhiên về quy mô của nó. Mỗi ngày, dòng Vịnh (Gulf Stream) mang theo một lượng nhiệt tới châu Âu tương đương với lượng than mà cả thế giới sử dụng trong mười năm. Đây là nguyên nhân làm mùa đông của Anh và Ireland dễ chịu hơn nhiều so với Canada và Nga. Tuy nhiên, nước cũng ấm lên rất chậm, đây là nguyên nhân các hồ và bể bơi vẫn mát mẻ ngay cả trong những ngày nóng nhất. Chính vì nguyên nhân này, thường có một độ trễ giữa thời điểm khởi đầu chính thức về mặt thiên văn của một mùa và cảm giác về sự bắt đầu thật sự của mùa này. Vì thế, dù mùa xuân chính thức bắt đầu ở bán cầu bắc vào tháng Ba, nhưng hầu như ở mọi nơi, sớm nhất là tháng Tư, người ta mới thật sự cảm thấy.

Các đại dương không phải là một khối nước đồng nhất. Sự khác

biệt giữa chúng về nhiệt độ, độ mặn, độ sâu và mật độ, v.v… có ảnh hưởng rất lớn tới khí hậu. Chẳng hạn, Đại Tây Dương mặn hơn Thái Bình Dương, và đây là một điều tốt. Nước biển càng mặn thì mật độ phân tử càng cao và như thế nước sẽ càng chìm xuống. Nếu không nhờ lượng muối nặng, các dòng hải lưu trên Đại Tây Dương sẽ chảy đến tận Bắc Cực, làm Bắc Cực ấm lên nhưng lại lấy mất của châu Âu nguồn hơi ấm dịu dàng này. Cơ chế truyền nhiệt chính trên Trái Đất được gọi là lưu thông tuần hoàn nhiệt, khởi nguyên từ các dòng hải lưu chậm ở sâu dưới biển – quá trình này được biết đến lần đầu nhờ công của nhà khoa học và là nhà thám hiểm, Bá tước Rumford, vào năm 1797.[1] Sự tuần hoàn diễn ra nhờ việc nước trên bề mặt khi tới vùng lân cận châu Âu sẽ trở nên nặng hơn, chìm xuống và bắt đầu một hành trình chậm chạp trở lại bán cầu nam. Khi tới Nam Cực, chúng sẽ bị cuốn vào dòng hải lưu Circumpolar và chảy tiếp tới Thái Bình Dương. Quá trình này diễn ra rất chậm – có thể mất tới 1.500 năm để nước đi từ bắc Đại Tây Dương tới giữa Thái Bình Dương – nhưng lượng nhiệt và nước được di chuyển rất lớn nên có sức ảnh hưởng khổng lồ tới khí hậu.

---

[1] · Thuật ngữ này dường như có nhiều cách hiểu với những người khác nhau. Tháng Mười một năm 2002, Carl Wunsch (MIT) đã đăng một báo cáo trên tạp chí Science, "Lưu thông tuần hoàn nhiệt là gì?", trong đó, ông lưu ý rằng thuật ngữ này đã được sử dụng trong các tạp chí hàng đầu để mô tả ít nhất là 7 hiện tượng khác nhau (lưu thông ở mức độ sâu, lưu thông do chênh lệch mật độ hoặc sức nổi, v.v…) – dù tất cả đều liên quan tới sự lưu thông của đại dương và truyền nhiệt, với ý nghĩa trừu tượng và bao quát của nó mà tôi sử dụng ở đây.

(Về câu hỏi bằng cách nào người ta tính được khoảng thời gian mà một giọt nước di chuyển từ đại dương này sang đại dương khác, câu trả lời là các nhà khoa học có thể tính dựa theo các hợp chất có trong nước như CFC để chỉ ra nó đã ở đó bao lâu kể từ lần cuối cùng xuất hiện trong không khí. Bằng cách so sánh số liệu ở các vùng và độ sâu khác nhau, họ có thể miêu tả một cách hợp lý vòng tuần hoàn của nước.)

Lưu thông tuần hoàn nhiệt không chỉ tản nhiệt mà còn giúp hòa tan chất dinh dưỡng khi các dòng hải lưu lên xuống, tạo ra nhiều vùng biển có thể sinh sống hơn dành cho cá và các sinh vật biển khác. Không may là, dường như quá trình lưu thông cũng rất nhạy cảm với sự thay đổi. Theo sự mô phỏng của máy tính cho thấy, chỉ một sự pha loãng nhỏ nhất hàm lượng muối trong nước biển – ví dụ, do băng ở Greenland tan nhiều hơn – cũng có thể gây gián đoạn chu kỳ một cách tai hại.

Các đại dương còn có lợi ích to lớn khác với chúng ta. Chúng nhấn chìm và giữ lại một lượng cácbon khổng lồ một cách an toàn. Một trong những điều kỳ lạ của hệ Mặt Trời là Mặt Trời tỏa sáng mạnh hơn khoảng 25% so với thời điểm hệ này còn non trẻ. Điều này đồng nghĩa với việc Trái Đất sẽ ấm lên rất nhiều. Thực tế, như nhà địa chất học người Anh, Aubrey Manning, nhận xét, "sự thay đổi lớn lao này lẽ ra phải gây ra một thảm họa trên Trái Đất, nhưng dường như cho đến nay thế giới của chúng ta vẫn chưa hề bị ảnh hưởng."

Vậy thì điều gì giữ cho hành tinh này ổn định và mát mẻ? Đó chính là sự sống. Hàng nghìn tỷ nối tiếp, hàng hàng nghìn tỷ dạng sống trên biển mà đa số chúng ta chưa bao giờ nghe tên – foraminiferan, coccolith và tảo vôi – đã hấp thụ cácbon tồn tại dưới dạng cácbon điôxít (CO2) trong không khí, khi nó rơi xuống theo nước mưa và sử dụng nó (kết hợp với những thứ khác) để tạo ra vỏ bọc tí hon của chúng.

Bằng cách giam cacbon trong vỏ, chúng ngăn nguyên tố này bốc hơi lại khí quyển, nơi nó gây ra hiệu ứng nhà kính vốn rất nguy hiểm. Cuối cùng, tất cả những sinh vật tí hon này sẽ chết và chìm xuống đáy biển, nơi chúng được nén thành đá vôi. Điều đáng chú ý là khi bạn quan sát một kỳ quan thiên nhiên như mỏm Đá Trắng Dover ở Anh, hãy nhớ rằng nó được tạo nên hoàn toàn từ xác của các sinh vật biển nhỏ bé, và đồng thời đừng quên hình dung lượng cácbon đã được chúng tích lũy và giữ lại. Một cục đá vôi 6in của mỏm Dover chứa hơn 1.000 lít khí CO_2 nén, vốn sẽ chẳng đem lại điều gì tốt đẹp cho chúng ta. Tổng số cácbon bị các tảng đá trên Trái Đất giữ lại nhiều gấp khoảng 80.000 lần so với trong không khí. Cuối cùng, phần lớn số đá vôi này sẽ trào ra cùng dung nham núi lửa, và cácbon lại trở về khí quyển rồi rơi xuống Trái Đất theo mưa, đây là lý do toàn bộ quá trình này được gọi là chu kỳ cácbon dài hạn. Quá trình này là một khoảng thời gian dài – khoảng nửa triệu năm cho một nguyên tử cácbon điển hình – nếu không có các nhân tố gây rối loạn, nó đặc biệt hiệu quả trong việc giữ khí hậu ổn định.

Không may rằng con người có sở thích bất cẩn là phá vỡ chu kỳ này bằng cách thải thật nhiều CO_2 vào không khí, bất chấp các sinh vật biển tí hon có sẵn sàng đón nhận chúng hay không. Từ năm 1850, theo ước tính, chúng ta đã thải thêm 100 tỷ tấn CO_2 vào không khí, và con số này tăng khoảng 7 tỷ tấn mỗi năm. Về tổng thể, thực ra con số này không quá lớn. Thiên nhiên – chủ yếu thông qua sự phun trào của núi lửa và sự phân hủy cây cối – đã thải vào khí quyển khoảng 200 tỷ tấn CO_2 mỗi năm, gấp gần 30

lần so với các loại xe cộ và nhà máy của con người. Chúng ta chỉ cần nhìn lên các đám mây lơ lửng trên bầu trời thành phố, hoặc Hẻm Núi Lớn và thậm chí là cả Mỏm Đá Trắng Dover để thấy được sự đóng góp của chúng ta tạo ra sự khác biệt như thế nào.

Từ các mẫu băng rất cổ, chúng ta biết được rằng mức CO2 tự nhiên trong khí quyển – tức là trước khi nó bắt đầu tăng lên do hoạt động công nghiệp của con người – là vào khoảng 280 phần triệu. Đến năm 1958, khi các nhà khoa học bắt đầu chú ý tới vấn đề này, con số trên đã tăng lên 315 phần triệu. Ngày nay nó đã vượt quá con số 360 phần triệu và mỗi năm lại tăng khoảng một phần tư của 1%. Người ta dự đoán rằng đến cuối thế kỷ XXI, tỷ lệ này sẽ tăng đến khoảng 560 phần triệu.

Cho đến nay, rừng và biển (nơi giam giữ rất nhiều cácbon) đã cứu chúng ta khỏi tai họa do chính chúng ta gây ra. Tuy nhiên, Peter Cox thuộc Nha Khí tượng Anh quốc đã nhận định: "Có một ngưỡng tới hạn tại đó sinh quyển tự nhiên sẽ không còn khả năng giúp con người tránh khỏi các hiệu ứng của việc xả thải, thậm chí còn bắt đầu khuếch đại chúng." Đáng lo ngại là Trái Đất đang nóng lên rất nhanh. Nếu không thể thích nghi, nhiều loài thực vật sẽ chết, thải ra rất nhiều cácbon và khiến vấn đề trở nên nghiêm trọng hơn. Những chu kỳ như vậy đã từng diễn ra trong quá khứ dù không có tác nhân con người. Tin tốt là ngay cả khi đó, thiên nhiên vẫn rất tuyệt vời. Chắc chắn là cuối cùng chu kỳ cácbon sẽ diễn ra, đưa Trái Đất về lại trạng thái ổn định và vui vẻ. Lần gần đây nhất, chu kỳ này chỉ mất 60.000 năm.

18
Biển cả cuộn sóng

Hãy tưởng tượng việc sống trong một thế giới bị dihiđro ôxít thống trị, một hợp chất không mùi, không vị và mang tính chất bất định đến mức bình thường tuy nó rất hiền hòa nhưng đôi lúc lại có thể gây chết người ngay tức khắc. Tùy thuộc vào trạng thái của nó mà bạn sẽ bị phỏng rộp hay đóng băng. Khi xuất hiện một số phân tử hữu cơ nhất định, nó có thể tạo ra axítcácbonic đủ mạnh để khiến lá cây lìa cành và ăn mòn những tác phẩm điêu khắc. Với lượng lớn, khi bị kích thích, nó có thể tấn công đầy giận dữ đến mức không công trình nào của con người tồn tại được. Thậm chí với những người đã học cách sống chung với nó, thì đôi khi nó vẫn là một chất có thể giết người. Chúng ta gọi nó là nước.

Nước có mặt khắp mọi nơi. Tám mươi phần trăm của một củ khoai tây, 74% của một con bò, 75% của một con vi khuẩn đều là nước. Trong một quả cà chua chỉ có 5% không phải là nước. Trong cơ thể người, nước chiếm tới 65%, khiến cơ thể chúng ta giống chất lỏng hơn là chất rắn với tỷ lệ 2:1. Nước là một chất kỳ lạ trong suốt, không hình dáng nhưng chúng ta vẫn muốn ở bên nó. Nước không có vị nhưng chúng ta vẫn thích vị của nó. Chúng ta thường đi du lịch rất xa và chi trả một khoản nho nhỏ để được nhìn thấy nó lúc bình minh. Dù biết nó nguy hiểm, nhấn chìm hàng chục nghìn người mỗi năm, chúng ta vẫn háo hức nô đùa với nó.

Bởi nước có mặt ở khắp nơi, chúng ta dễ quên mất rằng nó là một chất kỳ lạ. Nó gần như không giúp chúng ta đưa ra được tiên đoán gì về đặc tính của các chất lỏng khác và ngược lại. Nếu bạn không biết gì về nước mà chỉ phỏng đoán đặc tính của nó dựa vào phản ứng của các hợp chất giống với nó nhất, chẳng hạn hiđro selenua hoặc hiđro sunphua, có thể bạn sẽ đoán rằng nước sôi ở -93°C và bay hơi tại nhiệt độ phòng.

Đa số chất lỏng khi đông lạnh sẽ co lại khoảng 10%. Nước cũng vậy nhưng chỉ đến một mức nhất định. Khi gần chạm đến mức đóng băng, nó bắt đầu nở ra một cách bất ngờ. Khi ở thể rắn, thể tích của nó gần như tăng thêm một phần mười so với trước đó. Chính sự nở ra này khiến băng nổi trên mặt nước – "một đặc tính hết sức kỳ quặc" theo lời John Gribbin. Nếu thiếu đi sự ương ngạnh tuyệt vời này, băng sẽ chìm, các hồ và đại dương sẽ bị đóng băng từ dưới lên. Nếu thiếu lớp băng trên bề mặt để giữ nhiệt, hơi ấm của nước sẽ bị tản đi, khiến nước lạnh hơn và tạo ra nhiều băng hơn. Chẳng bao lâu, biển cũng sẽ đóng băng và gần như chắc chắn sẽ giữ nguyên trạng thái đó trong suốt một thời gian dài, có thể là mãi mãi – đương nhiên đó không phải là điều kiện lý tưởng cho sự sống. May mắn cho chúng ta là nước dường như không biết được các quy luật vật lý và hóa học.

Mọi người điều biết công thức hóa học của nước là H_2O, nghĩa là một nguyên tử ôxy lớn và hai nguyên tử hiđro nhỏ liên kết với nhau. Các nguyên tử hiđro bám chặt vào vật chủ là nguyên tử ôxy, nhưng cũng thường liên kết ngẫu nhiên với các phân tử nước khác. Bản chất của một phân tử nước giúp nó có thể chơi đùa, kết đôi và rồi lại rời các phân tử nước khác nhanh chóng như việc đổi cặp trong điệu vũ cađri, theo cách nói hoa mỹ của Robert Kunzig. Một ly nước bề ngoài trông không sống động lắm, nhưng mỗi phân tử nước trong nó đều đổi cặp hàng tỷ lần mỗi giây. Đó là nguyên nhân các phân tử nước có thể dính vào nhau để tạo thành các thực thể như ao hồ nhưng lại không đủ chặt chẽ đến mức không thể bị chia tách, chẳng hạn như khi bạn nhảy xuống bể bơi. Tại bất kỳ thời điểm nào, chỉ 15% số phân tử nước đang thật sự liên kết nhau.

Theo một nghĩa nào đó, mối liên kết này rất mạnh – đây là nguyên nhân các phân tử nước có thể chảy ngược lên dốc trong các đường ống dẫn và những giọt nước trên nắp ca-pô xe hơi lại quyết tâm tìm đến nhau như vậy. Nó cũng lý giải cho sức căng bề mặt của nước. Các phân tử trên bề mặt bị thu hút mạnh mẽ bởi các phân tử cùng loại ở dưới và bên cạnh hơn là các phân tử khí phía trên. Điều này tạo ra một kiểu màng đủ chắc để giúp cho các loài côn trùng và các viên sỏi có thể lướt trên mặt nước, và khiến bạn thấy rát khi nhảy sấp xuống nước.

Chắc không cần phải chỉ ra rằng chúng ta sẽ chết nếu thiếu nó. Khi không được cung cấp nước, cơ thể người sẽ nhanh chóng rã rời. Theo một nghiên cứu, sau vài ngày, nếu thiếu nước đôi môi sẽ biến mất "như thể bị cắt, nướu răng thâm đen, mũi quắt lại chỉ còn một nửa và da quanh mắt cũng co lại để tránh nháy mắt".

Nước thiết yếu với chúng ta đến mức chúng ta quên hẳn rằng phần lớn nước trên Trái Đất đều độc hại – độc hại đến chết người – vì chứa muối.

Chúng ta cần muối để sống nhưng chỉ là một lượng rất nhỏ, trong khi nước biển lại chứa quá nhiều – gấp 70 lần mức cơ thể con người có thể chuyển hóa một cách an toàn. Một lít nước biển thông thường sẽ chỉ chứa khoảng 2,5 muỗng cà phê muối ăn – loại mà chúng ta vẫn thường rắc lên thức ăn – nhưng chúng cũng chứa một hàm lượng lớn hơn các nguyên tố, hợp chất và chất rắn không tan khác gọi chung là muối. Tỷ lệ các muối và khoáng chất trong tế bào của chúng ta tương đồng một cách kỳ lạ với nước biển – chúng ta khóc và đổ mồ hôi ra nước biển, như Margulis và Sagan đã nhận xét – nhưng điều khó hiểu là chúng ta không thể dung nạp nó ở đầu vào. Nếu đưa thật nhiều muối vào cơ thể, khi đó cơ chế chuyển hóa của bạn sẽ lập tức bị khủng hoảng. Từ mỗi tế bào, các phân tử nước lao đi như những lính cứu hỏa tình nguyện nhằm pha loãng và xử lý lượng muối gia tăng đột ngột. Điều này khiến các tế bào thiếu nước nghiêm trọng và không thực hiện được các chức năng bình thường. Nói ngắn gọn là chúng bị mất nước. Trong những trường hợp nghiêm trọng, sự mất nước làm co giật, bất tỉnh và tổn thương tới não. Trong khi đó, các tế bào máu phải làm việc quá sức để đưa muối tới thận, cơ quan này cuối cùng sẽ quá tải và ngừng hoạt động. Khi thận không hoạt động, bạn sẽ chết. Vì thế chúng ta không uống nước biển.

Có khoảng 1,3 tỷ km^3 nước trên Trái Đất. Đây là một hệ thống đóng: nói một cách đơn giản là, không thể thêm hay bớt. Nước bạn uống vào đã thực hiện chức năng của nó từ buổi sơ khai của Trái Đất. Khoảng 3,8 tỷ năm trước, các đại dương đã có thể tích như hiện nay (có thể hơn kém đôi chút).

Thế giới của nước được gọi là thủy quyển và nó đang chiếm lĩnh các đại dương. Chín mươi bảy phần trăm lượng nước trên Trái Đất thuộc về biển, và phần lớn nhất trong đó nằm ở Thái Bình Dương, đại dương rộng hơn tất cả diện tích đất liền cộng lại. Nhìn chung, Thái Bình Dương chiếm khoảng một nửa lượng nước biển (51,6%); Đại Tây Dương chiếm 23,6% và Ấn Độ Dương là 21,2%, chỉ để lại 3,6% để phân chia cho các biển khác. Độ sâu trung bình của đại dương là 3,86km, trong đó trung bình Thái Bình Dương sâu hơn Đại Tây Dương và Ấn Độ Dương khoảng 300m. Phần đại dương có độ sâu trên 1,6km chiếm tới 60% diện tích bề mặt. Như Philip Ball nhận xét, con người nên gọi hành tinh của mình là Trái Nước thay vì Trái Đất.

Trong 3% nước sạch trên Trái Đất, đa số tồn tại dưới dạng các tảng băng. Chỉ một lượng rất nhỏ, 0,036%, là ở sông hồ và các đập chứa nước, thậm chí phần có trong các đám mây dưới dạng hơi nước còn ít hơn nữa – chỉ 0,001%. Gần 90% băng trên hành tinh nằm ở Nam Cực và phần còn lại chủ yếu ở Greenland. Nếu như ở Nam Cực, bạn đang đứng trên lớp băng dày gần hai dặm, thì ở Bắc Cực, băng dày chưa tới 5m. Thể tích băng ở Nam Cực nói riêng đã lên tới sáu triệu dặm khối – đủ để mực nước ở các đại dương dâng lên hơn 60m nếu chúng tan hết. Nếu tất cả nước trong khí quyển rơi xuống dưới dạng mưa, dù là ở mọi nơi, mực nước ở các đại dương sẽ chỉ tăng một vài xentimét.

Tuy vậy, mực nước biển gần như là một khái niệm danh nghĩa vì không có mức cụ thể nào. Thủy triều, gió, lực Coriolis và các tác nhân khác làm mực nước biển khác biệt đáng kể giữa các đại dương, thậm chí ngay trong cùng một đại dương. Mực nước biển ở rìa phía tây Thái Bình Dương cao hơn bên kia gần 1,5ft – hệ quả của lực ly tâm hình thành khi Trái Đất quay. Cũng như khi bạn đổ nước vào bồn, nước có xu hướng cuộn về phía bên kia, như thể nó không hề muốn đến gần bạn. Vì Trái Đất quay theo hướng đông nên nước biển dồn về rìa phía tây.

Xét đến tầm quan trọng của biển đối với con người, thật ngạc nhiên khi phải rất lâu các nhà khoa học mới chú ý nhiều tới chúng. Cho đến thế kỷ XIX, hầu như những gì người ta biết về các đại dương đều dựa trên những thứ trôi dạt vào bờ hoặc do lưới đánh cá bắt được và gần như tất cả những gì được viết ra đều dựa trên các giai thoại và giả định hơn là bằng chứng vật lý. Vào những năm 1830, nhà tự nhiên học người Anh, Edward Forbes, đã nghiên cứu các đáy biển trên khắp Đại Tây Dương và Địa Trung Hải, đồng thời tuyên bố không có sự sống dưới độ sâu 600m. Có vẻ đây là một giả định hợp lý. Không có ánh sáng tại độ sâu này, vì thế sẽ không có thực vật, và ai cũng biết là áp lực nước ở độ sâu này rất khủng khiếp. Vì thế, vào năm 1860, người ta kinh ngạc khi thấy một trong số những đường cáp điện tín xuyên đại dương đầu tiên bám đầy san hô, sò và các sinh vật sống khác sau khi kéo nó lên từ độ sâu hơn 3km.

Công cuộc nghiên cứu đại dương một cách có tổ chức đầu tiên được tiến hành vào năm 1872 khi một đoàn khảo sát phối hợp giữa Bảo tàng Anh quốc, Hội Hoàng gia và Chính phủ Anh khởi hành từ Portsmouth trên một con tàu chiến cũ có tên là HMS *Challenger*. Suốt ba năm rưỡi, họ dong buồm đi khắp thế giới lấy mẫu vật. Trong số 240 nhà khoa học và thủy thủ, một phần tư đã bỏ cuộc, tám người chết hoặc phát điên – "mất trí sau nhiều năm

nạo vét chán chường", theo lời của nhà sử học Samantha Weinberg. Tuy nhiên, họ đã đi qua gần 70.000 hải lý, thu thập được hơn 4.700 loài sinh vật biển mới, tập hợp đủ thông tin để viết một bản báo cáo dày 50 tập (trong tổng cộng 19 năm) và đem lại cho thế giới một ngành khoa học mới: *hải dương* học. Bằng phương pháp đo độ sâu, họ nhận thấy dường như có những đỉnh núi chìm giữa lòng Đại Tây Dương, khiến một số nhà quan sát hào hứng suy đoán rằng con người đã tìm được lục địa Atlantis mất tích.

Bởi giới hàn lâm gần như không để ý đến các đại dương, nên chính nhờ các nhà khoa học nghiệp dư đầy tâm huyết mà chúng ta biết được có gì dưới đó. Nghiên cứu tầng nước sâu thời hiện đại bắt đầu với Charles William Beebe và Otis Barton vào năm 1930. Dù họ là cộng sự của nhau, nhưng cái tên Beebe đầy màu sắc luôn nhận được nhiều sự chú ý hơn. Sinh năm 1877 trong một gia đình khá giả ở New York, Beebe theo đuổi ngành động vật học tại Đại học Columbia, sau đó làm một người trông chim tại Hội Động vật học New York. Khi đã chán ngấy công việc, ông quyết định chọn cuộc sống phiêu lưu, và trong suốt một phần tư thế kỷ tiếp theo, ông đã du ngoạn khắp châu Á và Nam Mỹ với sự hỗ trợ của hàng loạt những nữ thư ký hấp dẫn đảm nhận công việc của một "sử gia kiêm kỹ thuật viên" hoặc "trợ lý về các vấn đề liên quan tới cá". Ông trang trải cho niềm đam mê của mình bằng việc cho ấn hành loạt sách ăn khách *Edge of the Jungle* [tạm dịch: *Tận cùng của rừng rậm*] và *Jungle Days* [Tạm dịch: *Những ngày trong rừng rậm*], dù ông cũng viết một vài cuốn sách có giá trị về động vật hoang dã và điểu học.

Giữa thập niên 1920, trong một chuyến đi tới quần đảo Galápagos, ông nhận ra "thú vui đung đưa", như cách ông mô tả về việc lặn sâu xuống biển. Ngay sau đó, ông lập nhóm với Barton, vốn xuất thân trong một gia đình giàu có hơn, cũng từng theo học tại Đại học Columbia và đang khao khát phiêu lưu. Dù Beebe hầu như luôn được vinh danh, nhưng chính Barton là người đã thiết kế ra chiếc tiềm thủy cầu đầu tiên cũng như bỏ ra 12.000 đô-la Mỹ chi phí để chế tạo nó. Tiềm thủy cầu là một khối nhỏ, vô cùng bền với lớp gang dày 1,5in với hai ô cửa nhỏ bằng thạch anh dày 3in. Nó có thể chứa tối đa hai người, nhưng chỉ khi họ được chuẩn bị để thực sự thích ứng được hoàn cảnh đó. Kể cả theo tiêu chuẩn của thời đó, công nghệ chế tạo tiềm thủy cầu cũng không phức tạp. Khối cầu không có tính cơ động – nó đơn giản được treo vào đầu một sợi dây cáp dài – và sử dụng cơ chế thông khí nguyên thủy nhất: để trung hòa cácbon điôxít, họ đặt các lon soda chanh mở sẵn; còn để hút ẩm, họ mở một bình nhỏ chứa canxi clorua, rồi

thỉnh thoảng vẫy những tán lá trên đó để kích thích phản ứng hóa học.

Nhưng chiếc tiềm thủy cầu nhỏ bé chưa có tiếng tăm này lại đã thực hiện tốt những gì mà người ta kỳ vọng ở nó. Trong lần lặn đầu tiên, tháng Sáu năm 1930 tại Bahamas, Barton và Beebe đã lập kỷ lục thế giới nhờ lặn sâu 183m. Năm 1934, họ đẩy kỷ lục lên hơn 900m và con số này không bị phá vỡ cho đến tận sau Thế chiến II. Barton tin tưởng rằng máy lặn của ông đủ an toàn để lặn xuống khoảng 1.400m, cho dù sức ép lên các đinh tán và bu-lông có thể cảm nhận được rõ ràng bằng tai mỗi khi xuống sâu thêm một thước. Ở mọi độ sâu, đây đều là một việc nguy hiểm và đòi hỏi lòng dũng cảm. Tại độ sâu 900m, khe cửa nhỏ của họ phải chịu áp suất 19 tấn trên $1in^2$. Nếu lặn quá mức chịu đựng của kết cấu, cái chết sẽ đến lập tức, đây là điều Beebe không bao giờ quên nhắc tới trong nhiều cuốn sách, bài báo và các cuộc phỏng vấn trên đài. Tuy nhiên, điều họ lo ngại nhất là tời, do quá căng để giữ một quả cầu kim loại và hai tấn dây cáp bằng thép, có thể đứt bất kỳ lúc nào và ném hai người thẳng xuống đáy biển. Nếu tình huống đó xảy ra, sẽ không gì cứu được họ.

Song những chuyến lặn sâu của họ không có giá trị gì về mặt khoa học. Dù họ gặp nhiều sinh vật chưa ai từng thấy trước đây, nhưng sự hạn chế về tầm nhìn và việc cả hai thợ lặn can đảm này đều không phải là những nhà hải dương học được đào tạo bài bản lại đồng nghĩa với việc họ thường không thể mô tả lại các phát hiện của mình đủ chi tiết để hấp dẫn các nhà khoa học thực thụ. Khối cầu không có đèn bên ngoài mà chỉ có một bóng đèn 250 oát để gần cửa sổ, nên khi xuống sâu quá 150m, nước biển tối đen đến mức không thể nhìn thấy gì, và họ đã phải quan sát qua một khối thạch anh dày 3 inch, nên hẳn là bất cứ thứ gì họ hy vọng có thể nhìn thấy thì họ cũng phải tỏ ra thích thú nó. Do đó, gần như tất cả những gì họ có thể kể lại chỉ là có rất nhiều điều kỳ lạ ở dưới đó. Trong một chuyến lặn vào năm 1934, Beebe kinh ngạc dõi theo một con rắn khổng lồ "dài hơn 20 thước và rất lớn". Nó lướt qua rất nhanh nên những gì ông nhìn thấy chỉ là một cái bóng đen. Dù đây là gì, kể từ đó không có ai nhìn thấy thứ gì tương tự. Chính vì sự mơ hồ này, các báo cáo của họ không được giới hàn lâm để mắt tới.

Sau chuyến tự phá kỷ lục của hai người vào năm 1934, Beebe không còn hứng thú lặn và tiếp tục những cuộc phiêu lưu khác, còn Barton vẫn rất kiên trì. Về vinh quang của mình, Beebe luôn nói với tất cả những người hỏi ông rằng Barton mới là bộ óc đứng sau việc làm táo bạo này, nhưng dường như Barton không thể

thoát khỏi cái bóng của người đồng hành. Barton cũng viết lại những câu chuyện ly kỳ kể về những chuyến phiêu lưu dưới biển, thậm chí còn tham gia vào một bộ phim của Hollywood mang tên *Titans of the Deep* [tạm dịch: *Những gã khổng lồ dưới biển sâu*], kể về một chiếc tiềm thủy cầu và những cuộc chạm trán phần lớn là giả tưởng với, chẳng hạn, những con mực khổng lồ. Ông thậm chí còn quảng cáo cho thuốc lá Camel. Năm 1948, sau chuyến lặn sâu 1.370m ở vùng Thái Bình Dương gần California, ông tăng kỷ lục lên 50%, nhưng có lẽ thế giới nhất định không chú ý tới ông. Một tờ báo khi bình luận về *Titans of the Deep* còn đinh ninh rằng ngôi sao trong phim là Beebe. Ngày nay, thật may mắn khi Barton có cơ hội được nhắc đến.

Nhưng dù thế nào, ông cũng sắp bị lu mờ trước hai cha con người Thụy Sĩ, Auguste và Jacques Piccard. Những người đang thiết kế một loại máy thăm dò là tàu ngầm. *Trieste*, được đặt theo tên một thành phố ở Ý nơi nó được chế tạo, là một loại máy mới có thể vận hành độc lập, dù những gì nó làm được cũng không nhiều hơn việc lên xuống. Ngay từ những lần lặn đầu tiên vào đầu năm 1954, nó đã xuống sâu hơn 4.000m, gấp gần ba lần độ sâu kỷ lục mà Barton thực hiện sáu năm trước đó. Mặc dù vậy, lặn biển đòi hỏi nguồn tài chính dồi dào, vì thế cha con nhà Piccard dần khánh kiệt.

Năm 1958, họ ký kết thỏa thuận với Hải quân Hoa kỳ, theo đó quyền sở hữu chiếc tàu lặn thuộc về Hải quân, nhưng họ được giữ quyền điều khiển. Lúc này, khi đã dư dả, cha con nhà Piccard cải tiến con tàu, gia cố những bức tường dày gần 13cm và thu hẹp đường kính cửa sổ xuống chưa đầy 5cm – chỉ lớn hơn lỗ nhòm trên cửa một chút. Giờ đây, nó đủ kiên cố để đối phó với áp suất khổng lồ, nên vào tháng Một năm 1960, Jacques Piccard và Lt Don Walsh của Hải quân Hoa Kỳ đã lặn chầm chậm xuống đáy của một trong những hẻm núi sâu nhất dưới biển, rãnh Mariana, cách đảo Guam chừng 400km về phía tây Thái Bình Dương (Harry Hess phát hiện ra nó nhờ sử dụng máy dò độ sâu). Họ mất chưa tới bốn giờ để xuống tới độ sâu 10.918m. Dù áp suất ở độ sâu này là gần 8 tấn trên 1 inch vuông, nhưng họ kinh ngạc khi nhận thấy mình đã quấy rầy một con cá mình dẹt cư ngụ tại đây khi chạm đáy. Vì không có thiết bị chụp ảnh, nên sự kiện này không được ghi lại.

Sau chưa đầy hai mươi phút ở điểm sâu nhất thế giới, họ trở lại mặt nước. Đây là lần duy nhất con người từng xuống sâu đến vậy.

Bốn mươi năm sau, câu hỏi bỗng được đặt ra: tại sao không có ai trở lại nơi này kể từ đó? Đầu tiên, việc lặn tiếp bị Phó Đô đốc

Hyman G. Rickover phản đối kịch liệt. Hyman là một người sôi nổi, cứng rắn và quan trọng nhất là ông nắm giữ ngân sách của Hải quân. Ông cho rằng việc thám hiểm dưới nước là lãng phí nguồn lực và chỉ ra rằng Hải quân không phải một viện nghiên cứu. Hơn nữa, nước Mỹ khi đó đang say sưa du hành vũ trụ và đưa con người lên Mặt Trăng, nên việc nghiên cứu đại dương gần như không mấy được xem trọng và có phần lỗi thời. Tuy vậy, lý do chủ yếu là lần lặn này của *Trieste* không thu được nhiều kết quả. Như một quan chức Hải quân giải thích nhiều năm sau đó: "Chúng ta không thu được gì nhiều từ đó, trong khi có những cách khác để đạt mục đích. Vậy lại tiến hành lặn để làm gì?" Nói tóm lại, chúng ta đã đi một chặng đường dài và tốn kém chỉ để thấy một con cá mình dẹt. Nếu ngày nay người ta thực hiện một lần lặn tương tự, hẳn sẽ ngốn ít nhất 100 triệu đô-la Mỹ.

Khi các nhà khoa học nhận thấy Hải quân không có ý định tiếp tục chương trình nghiên cứu như đã hứa hẹn, một cuộc phản đối kịch liệt đã nổ ra. Để xoa dịu dư luận, Hải quân đã cấp ngân sách cho một tàu ngầm tiến bộ hơn được Viện Hải dương học Woods Hole thuộc Học viện Kỹ thuật Massachusetts vận hành. Được đặt tên là *Alvin*, một cách gọi tắt để vinh danh nhà hải dương học Allyn C. Vine, nó là một tàu ngầm mini tự vận hành, dù nó sẽ không xuống được sâu như tàu *Trieste*. Vấn đề duy nhất là các nhà thiết kế không tìm được ai muốn chế tạo nó. Theo lời William J. Broad trong cuốn *The Universe Below* [tạm dịch: *Vũ trụ bên dưới*]: "Không công ty lớn nào như General Dynamics, vốn chuyên chế tạo tàu ngầm cho hải quân, muốn đảm nhận một dự án bị miệt thị bởi cả Cục Tàu biển và Đô đốc Rickover, những vị thần bảo trợ của Hải quân." Cuối cùng, *Alvin* đã được công ty thực phẩm General Mills chế tạo tại một xưởng chuyên tạo ra những chiếc máy chế biến ngũ cốc.

Con người thật sự biết rất ít về việc liệu còn có gì dưới đáy đại dương hay không. Cho đến thập niên 1950, những tấm bản đồ tốt nhất dành cho các nhà hải dương học cũng chủ yếu dựa trên một vài thông tin sau những cuộc khảo sát lẻ tẻ kể từ năm 1929, kết hợp với vô số suy đoán. Hải quân Hoa Kỳ nắm giữ những hải đồ tuyệt vời có thể chỉ dẫn tàu ngầm đi qua các hẻm vực và tránh các miệng núi lửa, song họ không muốn những thông tin này lọt vào tay Liên Xô nên đã xếp chúng vào dạng mật. Bởi vậy, các học giả đã phải tiến hành những cuộc khảo sát sơ sài và lỗi thời, hoặc dựa trên những phỏng đoán đầy hy vọng. Cho đến nay, hiểu biết của chúng ta về đáy đại dương vẫn rất mơ hồ. Nếu nhìn lên Mặt Trăng với một chiếc kính viễn vọng tiêu chuẩn, bạn sẽ nhìn thấy những miệng núi lửa lớn – Fracastorious, Blancanus, Zach, Planck và

nhiều cái tên khác quen thuộc với bất cứ nhà khoa học vũ trụ nào – song chúng sẽ không được biết đến nếu nằm dưới đáy đại dương. Nhiều bản đồ sao Hỏa còn chi tiết hơn cả những bản đồ đáy biển của chính chúng ta.

Ở cấp độ đơn giản nhất, các kỹ thuật nghiên cứu cũng vẫn rất vặt vãnh. Năm 1994, 34.000 đôi găng tay hockey bị cuốn khỏi một tàu chở hàng của Hàn Quốc do một cơn bão trên Thái Bình Dương. Việc chúng bị cuốn từ Vancouver đến tận Việt Nam giúp các nhà hải dương học có thể lần theo các dòng hải lưu chính xác hơn trước đây.

Ngày nay, dù đã được thiết kế gần 40 năm trước nhưng *Alvin* vẫn là tàu nghiên cứu hàng đầu thế giới. Vẫn chưa có chiếc tàu ngầm nào có thể xuống tới độ sâu của rãnh Mariana, và chỉ có 5 chiếc, bao gồm cả *Alvin*, có thể đạt tới độ sâu của "đồng bằng dưới biển sâu" – đáy đại dương – vốn chiếm hơn một nửa bề mặt Trái Đất. Một tàu ngầm điển hình tiêu tốn 25.000 đô-la Mỹ cho mỗi ngày vận hành, vì thế, không thể thả chúng xuống theo ý thích và lại càng không được đưa chúng xuống biển với hy vọng ngẫu nhiên chạm phải một thứ gì đó thú vị. Nó không khác gì việc khám phá bề mặt Trái Đất mà chỉ dựa vào công việc của 5 người lái máy kéo sau khi trời đã tối. Theo Robert Kunzig, có lẽ con người đã nghiên cứu được khoảng "một phần triệu hoặc một phần tỷ biển sâu mịt mùng".

Nhưng các nhà hải dương học là những người cần cù, và họ đã khám phá ra những điều quan trọng dù bị giới hạn về nguồn lực, trong đó có một phát hiện lớn lao và gây sửng sốt nhất thế kỷ XX trong lĩnh vực sinh học. Vào năm 1977, *Alvin* phát hiện lãnh địa của các sinh vật to lớn cư trú quanh một lỗ thông hơi dưới đáy biển ngoài quần đảo Galápagos – những con giun ống dài 3m, những con sò với bề ngang 30cm, vô số tôm và trai biển cùng sâu biển bò lổm ngổm như mì Ý. Sự tồn tại của chúng đều nhờ vào các loại vi khuẩn giúp tổng hợp năng lượng và chất dinh dưỡng từ hiđro sunphua – một hợp chất cực kỳ độc hại đối với các sinh vật trên bề mặt – tuôn ra đều đặn từ các lỗ thông hơi. Đây là một thế giới không phụ thuộc vào ánh mặt trời, ôxy hay bất cứ thứ gì thường được cho là đem lại sự sống. Tại đây, sự sống không dựa trên quang hợp mà dựa vào hóa hợp, điều mà các nhà sinh vật học sẽ cho là hoang đường và không ai đủ trí tưởng tượng để nghĩ đến.

Nhiệt lượng và năng lượng lớn được giải phóng từ các lỗ thông hơi. Chỉ cần hai tá lỗ thông hơi như vậy là có thể sinh ra năng lượng ngang với một trạm điện lớn, và sự chênh lệch nhiệt độ

xung quanh chúng rất khủng khiếp. Nhiệt độ ở một điểm trên dòng phun có thể lên tới 400°C, song cách đó vài mét, nước chỉ cách ngưỡng đóng băng vài ba độ. Người ta phát hiện loài sâu biển alvinellid sống ở rìa lỗ với nhiệt độ lên tới 78°C, với phần đầu nóng hơn phần đuôi. Trước đây, người ta cho rằng không sinh vật nào có thể sinh sống trong nước ở nhiệt độ cao hơn 54°C, và đây là một bằng chứng về sự sống ở nhiệt độ cao và còn khắc nghiệt hơn nhiều. Phát hiện này đã thay đổi nhận thức của chúng ta về điều kiện sống.

Nó cũng lý giải một trong những khúc mắc của ngành hải dương học – điều mà nhiều người trong chúng ta thậm chí không hề thấy đó là vấn đề – đó là tại sao nước biển không mặn lên theo thời gian. Rõ ràng, có rất nhiều muối trong biển – đủ để chôn vùi từng tấc đất trên hành tinh này dưới độ sâu 150m. Trong nhiều thế kỷ, người ta đã biết rằng các dòng sông mang khoáng chất tới biển cả, các khoáng chất này kết hợp với các ion trong nước biển và tạo thành muối. Nếu chỉ có vậy, thì không thành vấn đề. Nhưng điều khó hiểu là tại sao nồng độ muối trong nước biển lại ổn định. Hàng triệu gallon nước tinh khiết bốc hơi khỏi các đại dương mỗi ngày, để phần muối ở lại, vì thế về mặt logic nước biển phải mặn lên theo thời gian, trong khi sự thật lại không phải vậy. Có thứ gì đó đã đưa một lượng muối ra khỏi nước biển tương đương với lượng được bổ sung. Suốt một thời gian dài, không ai lý giải được vấn đề này.

Phát hiện của *Alvin* về các lỗ thông hơi dưới đáy biển đã mang lại câu trả lời. Các nhà địa vật lý nhận thấy các lỗ thông hơi này đóng vai trò khá giống thiết bị lọc trong bể cá. Khi nước được hút vào vỏ Trái Đất, muối sẽ bị giữ lại và cuối cùng chỉ có nước sạch phun trở lại. Quá trình này diễn ra rất chậm – có thể phải mất tới 10 triệu năm để làm sạch một đại dương – nhưng nếu bạn không vội, thì đây là một quá trình cực kỳ hiệu quả.

Có lẽ không có gì thể hiện rõ sự thờ ơ của chúng ta đối với đại dương hơn là mục tiêu của các nhà hải dương học trong Năm Địa Vật lý Quốc tế, 1957-1958: nghiên cứu "các tầng sâu của đáy biển và mục đích chôn chất thải phóng xạ". Bạn có thể thấy đó không phải là một công việc bí mật, mà được ngang nhiên công bố. Thực chất, dù không công khai rộng rãi, nhưng việc xả phóng xạ ra biển đã diễn ra từ trước đó với quy mô kinh hoàng trong suốt một thập kỷ. Từ năm 1946, Hoa Kỳ đã chở những chiếc thùng cỡ 55 gallon chứa chất thải phóng xạ ra quần đảo Fallarone, cách bờ California gần San Francisco chừng 50km, tại đây chúng được ném xuống biển.

Chúng là một loại rác thải rất kỳ lạ. Đa số đều trông như những chiếc thùng hoen rỉ phía sau các trạm xăng hoặc được chất bên ngoài các nhà máy, hoàn toàn không có bất cứ loại lót bảo vệ. Khi chúng không chìm được, thường là như vậy, các tay súng hải quân sẽ cho chúng một loạt đạn để nước tràn vào (và tất nhiên plutoni, urani và stronti sẽ trào ra). Trước khi việc xả thải này ngừng lại vào thập niên 1990, nước Mỹ đã đổ hàng trăm nghìn thùng xuống khoảng 50 địa điểm khác nhau trên biển – trong đó riêng khu vực quần đảo Fallarones đã có tới 50.000 thùng. Tuy vậy, Mỹ cũng không đơn độc. Còn có những quốc gia xả nhiệt tình như Nga, Trung Quốc, Nhật Bản, New Zealand và gần như tất cả các nước châu Âu.

Liệu việc này ảnh hưởng như thế nào đến sự sống dưới lòng đại dương? Chúng ta hy vọng là không đáng kể, song không ai thật sự biết chắc. Chúng ta mù tịt về thế giới dưới đáy đại dương. Thậm chí, chúng ta biết rất ít về các sinh vật biển cơ bản nhất – trong đó có loài mạnh mẽ nhất, cá voi xanh khổng lồ, với "chiếc lưỡi nặng bằng một con voi, trái tim to bằng một chiếc xe hơi, và một vài mạch máu đủ rộng để bạn có thể bơi trong đó", theo lời của nhà tự nhiên học người Anh, David Attenborough. Nó là con quái vật vĩ đại nhất mà Trái Đất từng sản sinh ra, thậm chí còn to hơn đa số các loài khủng long cổng kềnh. Thế nhưng, phần lớn cuộc sống của cá voi xanh vẫn là một bí mật với con người. Chúng ta không biết phần lớn thời gian chúng ở đâu – ví dụ, chúng tới đâu để sinh sản, hay bơi theo tuyến nào để tới đó. Điều ít ỏi mà chúng ta biết chủ yếu nhờ nghe trộm những bài hát của chúng, dù ngay cả điều này cũng là một bí ẩn. Cá voi xanh thỉnh thoảng ngừng hát rồi lại tiếp tục chính xác ở đoạn đó sau sáu tháng. Đôi khi chúng hát một bài mới mà chưa thành viên nào trong đàn từng nghe nhưng tất cả đều đã biết. Bằng cách nào và tại sao chúng làm như vậy thì còn rất lâu chúng ta mới có thể hiểu. Đây mới chỉ là một loài động vật phải thường xuyên ngoi lên mặt nước để thở.

Với những loài không bao giờ ngoi lên mặt nước, thì còn mơ hồ hơn nữa. Hãy xem hiểu biết của chúng ta về loài mực ống khổng lồ huyền thoại. Dù không cùng cỡ với cá voi xanh, nhưng nó hẳn là một loài vật to lớn, với đôi mắt bằng trái bóng đá và các xúc tu có thể dài tới 18m. Nó nặng gần một tấn và là loài động vật không xương sống lớn nhất hành tinh. Nếu bạn thả một con vào trong một bể bơi nhỏ, sẽ không còn nhiều chỗ trống cho bất cứ thứ gì khác. Thế nhưng không một nhà khoa học nào – không một ai, theo những gì chúng ta biết – từng thấy một con mực ống còn sống. Nhiều nhà động vật học đã dành cả sự nghiệp hòng bắt được hoặc thoáng nhìn thấy một con mực ống khổng lồ còn sống,

nhưng họ luôn thất bại. Chúng được biết đến sau khi đã bị đánh dạt vào bờ – đặc biệt, vì những lý do chưa rõ, thường là bãi biển của các quần đảo phía nam New Zealand. Chúng chắc chắn phải sống thành bầy rất lớn bởi chúng là thức ăn chính của cá nhà táng, một loài cá ngốn rất nhiều thức ăn.[1]

---

[1] · Những phần không tiêu hóa được của những con mực ống khổng lồ, nhất là phần răng của chúng, sẽ tích lại trong dạ dày của cá nhà táng và trở thành một chất gọi là long diên hương, được sử dụng làm chất tạo mùi trong nước hoa. Lần tới nếu bạn dùng một lọ Chanel số 5, hãy nhớ rằng bạn đang xịt lên mình sản phẩm chưng cất từ một con quái vật biển vô hình.

Theo một đánh giá, có thể có tới 30 triệu loài động vật đang sống dưới biển, đa số vẫn chưa được khám phá. Dấu hiệu cho thấy tính phong phú của sự sống dưới biển sâu thực ra không rõ ràng lắm, phải mãi cho tới những năm 1960, nhờ việc chế tạo ra máy dò đáy – một thiết bị nạo vét – người ta không chỉ bắt được các sinh vật trên hoặc gần đáy biển, mà cả những sinh vật bị vùi dưới lớp trầm tích. Chỉ sau một giờ rà dọc thềm lục địa ở độ sâu khoảng 1,5km, các nhà hải dương học là Howard Sandler và Robert Hessler của viện Woods Hole đã tìm được 25.000 sinh vật – sâu biển, sao biển, hải sâm, v.v… – đại diện cho 365 loài. Thậm chí ở độ sâu gần 5km, họ đã có được khoảng 3.700 sinh vật đại diện cho gần 200 loài. Thế nhưng, thiết bị này chỉ bắt được các loài quá chậm chạp hoặc ngốc nghếch đến mức không biết tránh đường. Cuối những năm 1960, một nhà hải dương học là John Isaacs đã nảy ra ý định thả một chiếc camera gắn một miếng mồi và còn phát hiện thêm nhiều sinh vật nữa, đặc biệt là những đàn cá mút đá (một loài sinh vật cổ giống lươn) đông nhung nhúc, cùng những đàn cá lựu đạn nhanh như tên bắn. Khi một nguồn thức ăn đột ngột xuất hiện – ví dụ, khi một con cá voi chết và chìm xuống đáy – có đến 390 loài sinh vật biển sẽ lao tới thưởng thức. Ngạc nhiên hơn nữa, có rất nhiều sinh vật trong số chúng đến từ các lỗ thông hơi cách đó khoảng 1.600km, bao gồm cả những loài như trai và sò, vốn chưa từng được biết đến như những lữ khách cừ khôi. Giờ đây, người ta cho rằng ấu trùng của một số loài nhất định có thể trôi trong nước cho đến khi, nhờ các cơ chế hóa học bí mật, chúng bắt được tín hiệu của nguồn thức ăn và sẽ rơi vào đó.

Nếu các đại dương mênh mông như thế, tại sao chúng ta lại dễ dàng khai thác chúng cạn kiệt? Trước hết, các đại dương trên thế giới không phải đều hào phóng như nhau. Tổng cộng, chưa đến một phần mười diện tích biển được xem là dồi dào một cách tự nhiên. Đa số các loài thủy sinh thích sống ở vùng nước nông, nơi

có nhiều ánh sáng, hơi ấm và thức ăn hữu cơ. Ví dụ, các rặng san hô chiếm chưa tới 1% không gian của biển nhưng lại là nơi cư trú của khoảng 25% số cá.

Ở những vùng khác, đại dương không phong phú đến vậy. Hãy xem xét trường hợp của Australia, với bờ biển dài 36.735km và chừng 23 triệu km2 mặt biển thuộc lãnh hải, đây là quốc gia sở hữu nhiều biển nhất trên thế giới. Tuy nhiên, như Tim Flannery nhận xét, điều này không giúp Australia lọt vào danh sách 50 quốc gia đứng đầu về ngư nghiệp. Thực tế, nước này phải nhập khẩu rất nhiều hải sản. Nguyên nhân chính là đa phần biển của Australia, cũng giống như đất liền, chủ yếu đều là một dạng sa mạc. (Một ngoại lệ đáng lưu ý là rặng san hô Great Barrier gần đảo Queensland, nơi có nguồn hải sản hết sức dồi dào). Vì đất đai nghèo nàn, nên các dòng sông đổ ra biển cũng mang theo rất ít chất dinh dưỡng.

Ngay cả ở những nơi sự sống phát triển mạnh, nó cũng rất nhạy cảm với sự xáo trộn. Vào những năm 1970, các ngư dân Australia và một số ít ngư dân New Zealand đã phát hiện một bãi cá orange roughy ít được biết đến sống ở độ sâu khoảng 800m nơi thềm lục địa. Đây là một loài cá ngon đặc biệt và sống thành những đàn lớn. Ngay lập tức, các đoàn tàu đánh cá thu về ngót nghét bốn vạn tấn mỗi năm. Sau đó, các nhà sinh vật biển phát hiện một vấn đề đáng báo động. Cá orange roughy sống rất lâu và trưởng thành chậm. Một số con có thể sống tới 150 năm, và bất cứ con nào bạn từng ăn cũng có thể được sinh ra từ thời Nữ hoàng Victoria. Cá orange roughy chọn lối sống cực kỳ chậm rãi vì vùng nước nơi chúng cư trú rất nghèo nàn. Trong điều kiện đó, có những con chỉ đẻ trứng một lần trong đời. Rõ ràng đây là một quần thể không thể chịu được sự xáo trộn quá mức. Không may là khi người ta nhận ra điều này, thì nguồn cá orange roughy đã cạn kiệt nghiêm trọng. Ngay cả khi được quản lý tốt, cũng sẽ phải mất hàng thập kỷ để quần thể này phục hồi nếu có khả năng đó.

Tuy nhiên, ở nhiều nơi khác, sự lạm dụng đại dương cho thấy sự bừa bãi hơn là sơ xuất. Nhiều ngư dân cắt lấy vây cá mập rồi thả chúng và để mặc chúng chết. Năm 1998, vây cá mập được bán ở Viễn Đông với giá hơn 110 đô-la Mỹ một kilôgam, và một bát canh vây cá mập được bán tại Tokyo với giá 100 đô-la Mỹ. Năm 1994, Quỹ Động vật Hoang dã ước tính số cá mập bị giết mỗi năm khoảng 40-70 triệu con.

Vào năm 1995, lượng cá bị đánh bắt bởi khoảng 37.000 chiếc tàu đánh cá cỡ lớn cùng gần một triệu tàu cỡ nhỏ hơn đã tăng gấp đôi

sản lượng đánh bắt so với 25 năm trước. Các tàu ngư nghiệp đôi khi to như du thuyền và kéo theo những tấm lưới đủ rộng để chứa cả chục chiếc máy bay phản lực. Một số tàu thậm chí còn sử dụng máy bay trinh sát để định vị các đàn cá từ trên không.

Người ta ước tính một phần tư số cá được kéo lên trong mỗi chiếc lưới là "bắt nhầm" – đó là số cá sẽ không được đưa lên bờ vì chúng quá nhỏ, không đúng loại hoặc không đúng mùa. Một nhà quan sát đã phát biểu trên tờ *The Economist*: "Con người vẫn ở thời kỳ tăm tối. Chúng ta chỉ thả lưới xuống và chờ xem điều gì xảy ra." Có lẽ có tới 22 triệu tấn cá bị bắt nhầm và được thả lại biển mỗi năm, chủ yếu dưới dạng xác chết. Cứ mỗi kg tôm thu hoạch được lại có khoảng 4kg cá và các sinh vật biển khác bị tiêu diệt.

Một phần rộng lớn của đáy Biển Bắc bị quét sạch bảy lần mỗi năm bởi các tàu đánh cá sử dụng lưới chùm, một mức độ can thiệp mà không hệ sinh thái nào chịu nổi. Theo ước tính, ít nhất hai phần ba số loài sinh vật biển tại Biển Bắc đang bị khai thác quá mức. Trên toàn Đại Tây Dương, tình hình cũng không sáng sủa hơn. Cá halibut từng lúc nhúc ngoài khơi New England đến mức những chiếc thuyền đơn lẻ cũng có thể đánh bắt về bờ hơn chín tấn cá mỗi ngày. Ngày nay, loài cá này gần như tuyệt chủng ở vùng bờ biển phía bắc nước Mỹ.

Tuy nhiên, không gì có thể so sánh với số phận của loài cá tuyết. Vào cuối thế kỷ XV, khi nhà thám hiểm John Cabot tìm thấy cá tuyết với số lượng nhiều đến khó tin ở bờ biển phía đông của Bắc Mỹ – vùng biển nước nông nổi tiếng với các loài cá sống ở tầng đáy như cá tuyết. Theo lời thuật đầy kinh ngạc của Cabot, lượng cá dồi dào đến mức các thủy thủ có thể hớt lấy chúng bằng giỏ. Ở một số bờ biển rộng như Georges ở Massachusetts, rộng hơn cả thành phố mà nó bao bọc hay bờ biển Grand ở Newfoundland, thậm chí còn rộng hơn nữa, suốt nhiều thế kỷ là nơi cá tuyết chen chúc nhau sống. Người ta tin chúng không thể tuyệt chủng. Dĩ nhiên, chúng chỉ mới gần như tuyệt chủng mà thôi.

Vào năm 1960, lượng cá tuyết có khả năng sinh sản ở bắc Đại Tây Dương theo ước tính chỉ còn 1,6 triệu tấn. Tới năm 1990, con số này là 22.000 tấn. Về mặt thương mại, cá tuyết đã tuyệt chủng. Trong cuốn sách hấp dẫn có nhan đề *Cod* [tạm dịch: *Cá tuyết*], Mark Kurlansky viết rằng "các ngư dân đã bắt sạch chúng." Cá tuyết có thể sẽ vĩnh viễn biến mất khỏi phía tây Đại Tây Dương. Vào năm 1992, nghề đánh cá tuyết đã bị cấm trên toàn bộ bờ biển Grand, nhưng đến mùa thu năm 2002, theo một bài báo trên tạp chí *Nature*, nguồn cá vẫn chưa có dấu hiệu phục hồi. Kurlansky

nhận thấy cá, phi-lê cá hay cá viên que đầu tiên đều được chế biến từ cá tuyết, nhưng sau đó được thay bằng cá tuyết chấm đen, tiếp đó là cá hồi đỏ và gần đây nhất là cá pô-lắc Thái Bình Dương. Ông nói đầy chua chát rằng ngày nay "cá" là "bất cứ thứ gì còn sót lại".

Điều tương tự cũng đúng khi nói về nhiều loại hải sản khác. Tại các ngư trường ngoài khơi của đảo Rhode, New England, trước đây chuyện bắt được những con tôm hùm nặng tới 9kg là việc thường ngày. Đôi khi có những con lên tới 13kg. Nếu không bị đánh bắt, tôm hùm có thể sống được nhiều thập kỷ – có thể đến 70 năm – và sẽ không ngừng lớn lên. Ngày nay, rất ít khi người ta bắt được tôm hùm nặng hơn 1kg. Theo tờ *New York Times*, "các nhà sinh vật học cho biết 90% tôm hùm bị đánh bắt trong vòng một năm ngay sau khi chúng đạt kích thước để bị đánh bắt hợp pháp ở vào khoảng sáu năm tuổi." Dù năng suất giảm, nhưng các ngư dân New England tiếp tục nhận được ưu đãi về thuế của bang và liên bang nhằm khuyến khích – trong một số trường hợp gần như là thúc bách – họ đóng tàu lớn hơn để khai thác biển triệt để hơn nữa. Ngày nay, các ngư dân Massachusetts chỉ còn khai thác loài cá mút đá để cung cấp cho một thị trường nhỏ vùng Viễn Đông, song ngay cả loài cá gớm ghiếc này cũng đang suy giảm về mặt số lượng.

Chúng ta hầu như không biết gì về những cơ chế chi phối sự sống nơi biển cả. Trong khi các loài thủy sinh trở nên ít ỏi hơn ở những nơi bị khai thác quá mức, thì ở một vài vùng biển nghèo nàn lại có nhiều cư dân hơn mức cần thiết. Các đại dương phía nam bao quanh Nam Cực chỉ sản sinh khoảng 3% lượng sinh vật phù du của thế giới – dường như quá ít để cung cấp cho một hệ sinh thái phức tạp, nhưng nó đã làm được. Không nhiều người trong số chúng ta nghe nói đến các loài hải cẩu ăn cua, nhưng chúng thật sự là loài động vật có số lượng lớn thứ hai trên thế giới sau con người. Khoảng 15 triệu cá thể của loài này đang sống trên các tảng băng ở Nam Cực. Đồng thời tại đây cũng có khoảng hai triệu cá thể hải cẩu Weddel, ít nhất nửa triệu cá thể chim cánh cụt Hoàng đế, và có lẽ là khoảng bốn triệu cá thể chim cánh cụt Adelie. Chuỗi thức ăn bởi thế càng lên cao lại càng nặng nề tưởng như không thể duy trì nổi, song bằng cách nào đó mọi thứ lại vẫn ổn thỏa. Vấn đề là không ai hiểu vì sao.

Tất cả những điều rất vòng vo này cuối cùng chỉ để nói lên việc chúng ta biết rất ít về hệ thống lớn nhất của Trái Đất. Tuy nhiên, như bạn sẽ thấy trong những trang tiếp theo, một khi bắt đầu nói về sự sống, có rất nhiều điều chúng ta không biết – trong đó có cả việc nó đã khởi đầu ra sao.

19
Sự sống xuất hiện

Năm 1953, Stanley Miller, một nghiên cứu sinh tại Đại học Chicago, đã dùng hai chiếc bình – một chứa một chút nước là mẫu cho nước biển nguyên sinh, một chứa hỗn hợp các khí metan, ammoniac, hiđro và hiđro sunphua là mẫu cho khí quyển sơ khai. Chúng được nối với nhau bằng các ống cao su và xúc tác là một vài tia lửa điện đóng vai trò như sét. Sau một vài ngày, nước trong các bình đã chuyển thành màu xanh và màu vàng, chứa đầy axít amin, axít béo, đường và các hợp chất hữu cơ khác. "Nếu Chúa không làm theo cách này, hẳn Người đã bỏ lỡ một cơ hội tuyệt vời," Harold Urey, người được trao giải Nobel, đồng thời cũng là giáo sư hướng dẫn Stanley nhận xét.

Báo chí thời đó khiến người ta dễ tưởng rằng chỉ cần ai đó lắc những chiếc bình này lên thì lập tức sự sống sẽ hiện hình. Thời gian đã chứng minh mọi thứ không đơn giản như vậy. Sau nửa thế kỷ nghiên cứu sâu hơn, ngày nay chúng ta vẫn không đến gần hơn quá trình tạo ra sự sống so với năm 1953 – và ngày càng cách xa ý nghĩ rằng chúng ta làm được điều đó. Giờ đây, các nhà khoa học khá chắc chắn rằng bầu khí quyển sơ khai không hề tạo tiền đề cho sự sống nhiều như những chất khí mà Miller và Urey đã chọn, thực chất đó là một hỗn hợp khí trơ hơn nhiều bao gồm nitơ và cácbon điôxít. Lặp lại các thí nghiệm của Miller với đầu vào nghèo nàn hơn cho đến nay chỉ đem lại một loại axít amin khá nguyên thủy. Dù thế nào, việc tạo ra axít amin chưa phải là vấn đề. Vấn đề là prôtêin.

Prôtêin là thứ bạn thu được khi đặt các axít amin gần nhau và chúng ta cần một số lượng rất lớn. Không ai thật sự biết rõ nhưng có thể có tới một triệu loại prôtêin trong cơ thể người, và mỗi loại là một bí mật nho nhỏ. Theo mọi quy luật xác suất, lẽ ra prôtêin không thể tồn tại. Để tạo ra một prôtêin, bạn sẽ cần kết hợp các

axít amin (tôi có nghĩa vụ phải gọi chúng theo cách truyền thống là "những viên gạch xây dựng nên sự sống") theo một thứ tự nhất định rất giống với cách bạn phải sắp xếp các chữ cái để tạo thành một từ. Vấn đề là các từ trong bảng chữ cái axít amin thường quá dài. Để đánh vần được từ "collagen", tên của một loại prôtêin thông dụng, bạn chỉ cần sắp xếp tám chữ cái theo đúng trật tự. Để tạo ra collagen, bạn cần sắp xếp 1055 axít amin theo một thứ tự cực kỳ chính xác. Thế nhưng – đây là một điểm hiển nhiên nhưng rất quan trọng – bạn không tạo ra nó. Nó tự tạo ra chính mình một cách tự nhiên mà không được định hướng. Đây chính là điểm bắt đầu của những điều phi thường.

Xác suất để một phân tử collagen gồm 1055 axít amin sắp xếp một cách tự nhiên, nói một cách thẳng thắn, là bằng không. Điều đó đơn giản là không thể xảy ra. Để hình dung vấn đề, hãy nghĩ đến một chiếc máy đánh bạc tiêu chuẩn ở Las Vegas nhưng được mở rộng gấp nhiều lần – gần 27m – để chứa được 1.055 guồng quay thay vì ba hoặc bốn như thường lệ, trên mỗi một guồng quay sẽ có 20 ký tự (mỗi ký tự tượng trưng cho một axít amin thông dụng). Bạn sẽ phải kéo bao nhiêu lâu để tất cả 1.055 ký tự đều xuất hiện theo đúng trật tự? Có lẽ là mãi mãi. Ngay cả khi giảm số bánh xe xuống 200, con số đặc trưng hơn cho số axít amin có trong một prôtêin, xác suất để tạo thành một chuỗi định trước là 1/10260 (nghĩa là có 260 số 0 sau số 1 ở mẫu số, đây là con số lớn hơn tất cả số nguyên tử có trong vũ trụ).[1]

---

[1] · Thực chất có 22 axít amin tự nhiên được phát hiện trên Trái Đất và nhiều loại khác đang chờ được phát hiện, nhưng chỉ 20 trong số chúng thật sự cần thiết để tạo ra chúng ta và đa số các dạng sống khác. Axít amin thứ 22, có tên gọi là pyrrolysine, được phát hiện vào năm 2002 bởi các nhà nghiên cứu thuộc Đại học bang Ohio chỉ ở một loại cổ khuẩn (một dạng sống cơ bản sẽ được đề cập trong phần kế tiếp của câu chuyện) gọi là methanosarcina barkeri.

Prôtêin, tóm lại, là các thực thể phức tạp. Hêmôglôbin chỉ gồm 146 axít amin, rất đơn giản so với tiêu chuẩn của prôtêin, nhưng cũng có thể có 10190 khả năng kết hợp axít amin. Do đó nhà hóa học Đại học Cambridge, Max Perutz, phải mất tới 23 năm – gần như cả sự nghiệp – để giải mã nó. Việc có thể ngẫu nhiên tạo ra dù chỉ một prôtêin gần như là điều bất khả thi – như thể một cơn lốc quét qua một bãi phế liệu và tạo ra một chiếc máy bay phản lực, nói theo cách so sánh sinh động của nhà thiên văn học Fred Hoyle.

Nhưng chúng ta đang nói về hàng trăm ngàn, thậm chí là cả triệu

loại prôtêin cần thiết để tạo thành một con người khỏe mạnh và vui vẻ, mỗi loại hoàn toàn đơn nhất theo những gì chúng ta biết được. Đây mới chỉ là điểm khởi đầu. Để trở nên hữu dụng, một prôtêin không chỉ phải sắp xếp các axít amin theo đúng trật tự, nó phải tiến hành một trò gấp giấy origami trong hóa học, nghĩa là tự gấp thành những hình thù rất đặc trưng. Ngay cả khi đã đạt đến sự phức tạp về cấu trúc này, các prôtêin cũng không có ích lợi gì với bạn nếu nó không thể tự tái tạo, và thật sự là chúng không thể. Để làm được điều này bạn cần ADN – phù thủy sao chép. Nó có thể tạo ra bản sao của chính mình trong vài giây, nhưng hoàn toàn không làm gì khác. Các prôtêin không thể tồn tại nếu không có ADN, và ADN không là gì nếu thiếu các prôtêin. Liệu có thể giả định rằng chúng xuất hiện đồng thời để hỗ trợ nhau? Nếu đúng vậy, xin hãy reo vui!

Chưa hết, ADN, prôtêin và các thành tố khác của sự sống không thể phát triển mà không có một loại màng chứa chúng. Không nguyên tử hay phân tử nào đạt được sự sống một cách độc lập. Tách một nguyên tử bất kỳ khỏi cơ thể bạn, nó sẽ không thể sống và chẳng khác nào một hạt cát. Chỉ khi chúng xuất hiện cùng nhau trong nơi ẩn náu là một tế bào, thì các nguyên liệu đa dạng này mới tham gia vào điệu nhảy sôi động mang tên sự sống. Nếu thiếu tế bào, chúng sẽ đơn thuần chỉ là các chất hóa học thú vị. Như Davies từng nói, "nếu mỗi thứ đều cần một thứ khác, vậy thì cộng đồng nguyên tử đầu tiên đã xuất hiện như thế nào?" Nó khá giống như việc tất cả các nguyên liệu trong nhà bếp của bạn bằng cách nào đó tự nhào nặn và được nướng thành một chiếc bánh – nhưng là chiếc bánh đặc biệt có thể tự phân chia để tạo ra thêm những chiếc bánh khác. Đó là một kỳ quan nhỏ mà chúng ta gọi là sự kỳ diệu của cuộc sống. Cũng chính kỳ quan nhỏ đó là thứ chúng ta hầu như vẫn chưa bắt đầu hiểu được.

Vậy điều gì lý giải cho tất cả những sự phức tạp này? Có thể mọi thứ không quá kỳ bí như chúng ta tưởng. Trước hết, hãy xem các prôtêin như một sự phi lý đáng kinh ngạc. Điều kỳ diệu mà chúng ta nhận thấy ở sự sắp xếp của nó bắt nguồn từ giả định rằng chúng được hình thành đầy đủ cùng lúc. Điều gì sẽ xảy ra nếu các prôtêin không được liên kết đồng thời? Điều gì sẽ xảy ra nếu chiếc máy đánh bạc vĩ đại mà chúng ta vừa tạo ra có một số bánh xe được giữ cố định, giống như người chơi bài nắm lấy những con bài cố định? Nói cách khác, điều gì sẽ xảy ra nếu prôtêin không bất ngờ tự xác lập sự tồn tại mà là *được phát triển*?

Thử hình dung bạn có mọi thành phần cấu tạo nên con người – cácbon, hiđro, ôxy, v.v… – hãy để chúng vào một bình chứa có

nước, rồi khuấy thật mạnh. Chẳng bao lâu, từ đó một con người hoàn chỉnh bước ra. Thật đáng kinh ngạc phải không? Vâng, về cơ bản đây chính là lập luận của Hoyle và các cộng sự (gồm nhiều người theo thuyết sáng thế) khi khẳng định rằng các prôtêin được hình thành tự nhiên một cách lập tức. Tuy nhiên, điều đó là không thể. Như Richard Dawkins viết trong cuốn *The Blind Watchmaker* [tạm dịch: *Người thợ đồng hồ mù lòa*], thì chắc chắn phải có một loại quá trình chọn lọc hay tích lũy nào đó cho phép các axít amin kết hợp thành các bó. Có lẽ hai hay ba axít amin ban đầu được liên kết với nhau vì một nguyên nhân giản đơn nào đó và sau đó gặp được các bó axít amin tương tự, nhờ vậy đã "phát hiện" một cải tiến bổ sung nhất định.

Các phản ứng hóa học được cho là liên quan tới sự sống thực ra hết sức phổ biến. Việc tạo ra chúng tại phòng thí nghiệm như Stanley Miller và Harold Urey có thể vượt quá khả năng của chúng ta, nhưng vũ trụ lại rất sẵn sàng. Rất nhiều phân tử trong tự nhiên tập hợp lại để tạo thành các chuỗi dài gọi là pôlyme. Đường liên kết tạo thành tinh bột. Các tinh thể có thể thực hiện được rất nhiều việc giống như sự sống – lặp lại, phản ứng với các kích thích từ môi trường và nhận những dạng thức phức tạp. Tất nhiên, chúng chưa bao giờ đạt tới sự sống, nhưng chúng cho thấy tính phức tạp vốn là một đặc tính tự nhiên, tự phát. Có thể tồn tại hoặc không hiểu sự sống trong vũ trụ nói chung, nhưng không thiếu những sự tự sắp xếp có trật tự, từ sự đối xứng của các bông tuyết cho tới các vành đai duyên dáng của sao Thổ. Sự thôi thúc của tự nhiên đối với sự sắp xếp và tổ hợp mạnh mẽ đến mức điều đó buộc các nhà khoa học phải thấy rằng sự sống mang tính tất yếu hơn so với chúng ta nghĩ. Theo lời của nhà sinh vật học đạt giải Nobel người Bỉ, Christian de Duve, "sự sống là một đặc trưng bắt buộc của vật chất, có nghĩa vụ phải hình thành khi có điều kiện thích hợp." De Duve cho rằng có vô số cơ hội xuất hiện các điều kiện như vậy trong mọi thiên hà.

Chắc chắn không có điều gì cực kỳ lạ lùng trong các chất hóa học tạo thành chúng ta. Nếu bạn muốn tạo ra một dạng sống khác, một con cá vàng, một nhánh rau diếp hay một con người, về cơ bản cũng chỉ cần các nguyên tố chính như cácbon, hiđro, ôxy và nitơ, cùng một lượng nhỏ của vài nguyên tố khác, chủ yếu là lưu huỳnh, phốtpho, canxi và sắt. Chúng có khoảng ba tá cách kết hợp để tạo ra đường, axít và các hợp chất cơ bản để từ đó có thể tạo ra bất cứ dạng sống nào. Như Dawkins nhận xét: "Không có gì đặc biệt khi xét tới chất liệu tạo nên các dạng sống. Sinh vật là một tập hợp các phân tử giống như mọi thứ khác."

Điểm mấu chốt là sự sống thật tuyệt và có lẽ là kỳ diệu, nhưng không thể xem nó là bất khả thi – chính sự tồn tại giản dị của chúng ta là một minh chứng cho điều đó. Chắc chắn còn nhiều chi tiết liên quan tới việc sự sống bắt đầu vẫn còn chưa được tính đến. Trong mọi trường hợp, khi nói đến những điều kiện cần thiết cho sự sống bắt đầu sẽ không thể bỏ qua nước – từ "chiếc hồ con ấm áp" nơi Darwin cho là điểm bắt đầu của sự sống cho tới những lỗ thông hơi phập phồng dưới đáy biển giờ đây đều được xem là nơi sự sống có thể đã khởi nguồn. Thế nhưng, người ta đều bỏ qua việc các đơn phân tử biến thành các mạch pôlyme (nói cách khác, chính là tạo ra các prôtêin) liên quan tới một phản ứng sinh học gọi là "liên kết hiđrat hóa". Theo một trong những cuốn sách hàng đầu, "các nhà nghiên cứu đã đồng thuận rằng các phản ứng này sẽ không thể diễn ra một cách thuận lợi trong môi trường biển nguyên thủy, thậm chí trong bất cứ môi trường nước nào theo định luật tác dụng khối lượng." Điều này cũng giống như việc bạn bỏ đường vào ly nước và mong nó kết thành một khối. Đúng là nó khó xảy ra nhưng bằng cách nào đó tự nhiên đã làm được. Cơ chế hóa học của tất cả những điều này khá phức tạp đối với chúng ta trong cuốn sách này, nên bạn chỉ cần hiểu rằng về lý thuyết nếu làm ướt những đơn phân tử, chúng sẽ không thể tạo thành các pôlyme – trừ trường hợp hình thành sự sống trên Trái Đất. Nguyên nhân và cách thức nó diễn ra cho đến nay vẫn là một trong những bí ẩn của ngành sinh học.

Một trong những điều ngạc nhiên lớn nhất đối với các ngành khoa học Trái Đất trong những thập kỷ gần đây là khám phá về thời điểm sự sống bắt đầu xuất hiện trên hành tinh này. Mãi đến những năm 1950, người ta vẫn tin rằng sự sống trên Trái Đất bắt đầu không quá 600 triệu năm trước. Đến những năm 1970, một số tâm hồn thích phiêu lưu đưa ra con số 2,5 tỷ năm. Nhưng con số ngày nay được khoa học xác định sẽ khiến bạn kinh ngạc vì nó quá sớm – 3,85 tỷ năm – bởi lẽ bề mặt Trái Đất thậm chí còn chưa cứng lại cho đến 3,9 tỷ năm trước.

"Điều duy nhất chúng ta có thể suy ra từ con số này là, để một dạng sống cỡ vi khuẩn xuất hiện trên các hành tinh với điều kiện phù hợp thật sự không hề khó," Stephen Jay Gould đã phát biểu như vậy trên tờ *New York Times* vào năm 1996. Hay như ông đã phát biểu trong một dịp khác: thật khó tránh đi đến kết luận rằng "sự sống bắt đầu ngay khi có thể là một định mệnh về mặt hóa học."

Thực chất, sự sống hình thành rất nhanh, đến mức một số nhà khoa học cho rằng nó, đã nhận được sự trợ giúp nào đó – thậm chí

là sự trợ giúp rất lớn lao. Ý tưởng cho rằng sự sống trên Trái Đất có thể đã đến từ vũ trụ từng có một lịch sử lâu dài và đôi khi rất xán lạn. Chính Ngài Kelvin vĩ đại đã đề xuất khả năng này ngay từ năm 1871 trong một cuộc họp của Hội Anh quốc vì Sự tiến bộ của Khoa học khi ông cho rằng "các mầm sống có thể đã được đưa tới Trái Đất nhờ các thiên thạch." Tuy nhiên, nó vẫn chỉ là một khái niệm bên lề cho đến tận một ngày Chủ nhật tháng Chín năm 1969 khi hàng chục nghìn người Australia giật mình bởi hàng loạt tiếng nổ và cảnh tượng một quả cầu lửa kéo vệt dài từ đông sang tây ngang qua bầu trời. Quả cầu lửa tạo ra một âm thanh răng rắc lạ lùng và một mùi được mô tả là kinh khủng.

Nó nổ tung trên bầu trời Murchison, một thị trấn với dân số 600 người ở thung lũng Goulburn, phía bắc Melbourne và rơi xuống như mưa, trong đó một số mảnh nặng tới năm cân, nhưng không ai bị thương. Thiên thạch này thuộc loại hiếm gặp, được biết đến với tên gọi đá chondrit cácbon và người dân địa phương đã nhiệt tình thu nhặt được khoảng 90kg. Thời điểm không thể tốt hơn. Chưa đầy hai tháng sau, các phi hành gia tàu Apollo 11 trở về với một túi chứa đá mặt trăng, và thế là các phòng thí nghiệm trên thế giới đã chạy đua để có được các mẫu đá có nguồn gốc ngoài Trái Đất.

Thiên thạch Murchison được đánh giá là có 4,5 tỷ năm tuổi và chứa 74 loại axít amin, trong đó có tám loại liên quan tới sự hình thành của các prôtêin trên Trái Đất. Cuối năm 2001, hơn 30 năm sau vụ nổ, một nhóm các nhà khoa học tại Trung tâm nghiên cứu Ames, California tuyên bố rằng đá Murchison cũng bao gồm các chuỗi đường phức tạp gọi là polyol, vốn chưa từng được tìm thấy ngoài Trái Đất trước đây.

Đá chondrit cácbon còn rơi xuống Trái Đất một vài lần kể từ năm 1969 – một lần ở gần hồ Tagish của Canada vào tháng Một năm 2000, được rất nhiều người dân Bắc Mỹ nhìn thấy – và chúng đều cho thấy vũ trụ thật sự rất giàu các hợp chất hữu cơ. Ngày nay, người ta cho rằng sao chổi Halley cũng chứa tới 25% phân tử hữu cơ. Nếu như có đủ những cú va chạm như thế với một nơi phù hợp – chẳng hạn Trái Đất – bạn sẽ có được những yếu tố cơ bản của sự sống.

Có hai vấn đề với thuyết ngoại sinh, vốn cho rằng sự sống là do các thiên thạch mang đến. Thứ nhất, nó không giải thích được câu hỏi sự sống hình thành như thế nào, mà chỉ đơn thuần đẩy nguồn gốc sang một nơi khác. Vấn đề thứ hai là thuyết ngoại sinh có xu hướng kích thích các môn đồ đáng kính nhất của nó đưa ra các

suy diễn nhiều khi thiếu căn cứ. Francis Crick, người đồng phát hiện ra cấu trúc của ADN và đồng nghiệp của ông, Leslie Orgel, từng cho rằng sự sống trên Trái Đất "được gieo mầm có chủ ý bởi những người ngoài hành tinh thông minh", ý tưởng mà Gribbin đánh giá "cách rất xa sự nghiêm túc về mặt khoa học" – hay nói cách khác, đó là một ý tưởng sẽ bị xem là điên rồ nếu người phát ngôn ra nó không phải là một nhà khoa học được trao giải Nobel. Như đã đề cập trong chương 3, Fred Hoyle và cộng sự của ông, Chandra Wickramasinghe, đã làm xói mòn thêm tính khoa học đối với thuyết ngoại sinh bằng cách suy diễn rằng vũ trụ không chỉ mang đến cho chúng ta sự sống mà còn cả nhiều loại bệnh tật khác như cúm và dịch hạch. Điều này dễ dàng bị các nhà sinh vật học bác bỏ.

Bất kể điều gì thôi thúc sự sống hình thành cũng chỉ xảy ra một lần duy nhất. Đây là điều dị thường nhất trong sinh học và có lẽ cũng là điều dị thường nhất mà chúng ta được biết. Tất cả những gì từng sống, thực vật hay động vật, đều có khởi đầu từ một cơn co giật nguyên thủy. Tại một thời điểm trong quá khứ xa xôi ngoài sức tưởng tượng, một gói hóa chất nhỏ nào đó đã hối hả pha trộn để tạo thành sự sống. Nó hấp thụ một số chất dinh dưỡng, được kích thích nhẹ nhàng và tồn tại trong quãng thời gian ngắn ngủi. Điều này trước đây có thể đã xảy ra nhiều lần. Thế nhưng, gói hóa chất đó lần này đã thực hiện thêm một việc dị thường: nó tự phân chia và tạo ra hậu duệ. Một nhóm vật chất di truyền đã chuyển từ thực thể sống này thành thực thể sống khác, và chưa từng ngừng lại kể từ đó. Đây là thời khắc tất cả chúng ta được tạo ra. Đôi khi các nhà sinh học còn gọi đây là Big Birth (*Cuộc sinh nở lớn*).

"Dù bạn đi tới đâu trên thế giới, bất cứ cây gì, con gì cũng vậy, chỉ cần còn đang sống, đều đang sử dụng cùng một cuốn tự điển và có cùng một thứ mật mã. Mọi sự sống đều như nhau," Matt Ridley nói. Chúng ta đều là kết quả của một trò chơi di truyền được chuyển giao từ thế hệ này sang thế hệ khác trong suốt gần 4 tỷ năm, đến mức bạn có thể lấy một đoạn chỉ dẫn di truyền của con người và dán vào một tế bào nấm men bị lỗi; tế bào này sẽ giúp nấm men hoạt động như thể là của chính nó. Chúng thật sự thuộc về nhau, theo nghĩa đen.

Buổi bình minh của sự sống – hoặc một thứ gì đó rất gần với nó – nằm trên một chiếc giá trong văn phòng của nhà hóa học đồng vị thân thiện mang tên Victoria Bennett, thuộc tòa nhà Khoa học Trái Đất, Đại học Quốc gia Australia, thành phố Canberra. Là một người Mỹ, vào năm 1989, bà Bennett từ California tới đây theo hợp đồng làm việc hai năm và ở lại kể từ đó. Khi tôi tới thăm bà

vào cuối năm 2001, bà trao cho tôi một mẩu đá nặng trông rất bình thường, cấu thành từ thạch anh trắng như những sọc kẻ mỏng manh xen kẽ với một chất liệu màu xanh xám là clinôpyrôxen. Viên đá đến từ đảo Akilia, Greenland, nơi những tảng đá cổ bất thường được tìm thấy vào năm 1997. Viên đá này đã 3,85 tỷ năm tuổi và thuộc các lớp trầm tích đại dương cổ xưa nhất từng được tìm thấy.

"Tôi không dám chắc liệu thứ anh đang cầm trong tay có từng chứa các cơ thể sống hay không, vì cần phải tán nhỏ nó ra để nghiên cứu," Bennett nói với tôi. "Nhưng nó đến từ cùng một nơi mà sự sống cổ xưa được khai quật, vì thế có thể nó từng có sự sống ở bên trong." Dù tìm kiếm kỹ đến mức nào, bạn cũng không thể tìm thấy các vi khuẩn hóa thạch thật sự. Bất cứ sinh vật đơn giản nào cũng sẽ tiêu biến cùng quá trình bùn dưới đáy biển trở thành đá. Thay vào đó, những gì chúng ta có thể thấy nếu nghiền vụn viên đá và xem xét nó dưới kính hiển vi sẽ là dư lượng hóa chất mà các sinh vật này để lại: đồng vị cácbon và một loại phốt phát gọi là apatit. Chúng là các bằng chứng rõ ràng cho thấy viên đá từng là nơi trú ngụ của các sinh vật. "Chúng ta chỉ có thể đoán sinh vật đó trông như thế nào," Bennett nói. "Đó có thể chỉ là sinh vật cơ bản nhất, song dù sao đó cũng là sự sống. Nó sống và di truyền." Cuối cùng, nó dẫn tới chúng ta.

Nếu bạn quan tâm tới các loại đá rất cổ giống như Bennett, Đại học Quốc gia Australia hẳn là một điểm đến. Ngôi trường này được dựng lên phần lớn nhờ tài tháo vát của một người đàn ông tên là Bill Compston, giờ đã nghỉ hưu. Năm 1970, ông cho chế tạo chiếc máy dò vi ion độ nhạy cao[1]. Đây là một máy đo tốc độ phân rã của urani trong các mẫu quặng nhỏ gọi là zircon. Zircon xuất hiện ở hầu hết các loại đá, ngoại trừ bazan, và mang tính siêu bền, có khả năng chịu mọi quá trình tự nhiên nhưng có xu hướng suy giảm. Đa phần vỏ Trái Đất đã sụt xuống ở một mức độ nào đó, nhưng đôi khi – chẳng hạn, ở miền tây Australia hoặc Greenland – các nhà địa chất lại tìm thấy một số vỉa đá đã luôn tồn tại trên bề mặt. Chiếc máy của Compston có thể xác định niên đại của chúng với độ chính xác vô song. SHRIMP nguyên mẫu được chế tạo và vận hành ngay tại xưởng của Phòng Khoa học Trái Đất, thoạt nhìn người ta dễ nghĩ nó được làm ra bằng cách tận dụng nguyên vật liệu thừa do thiếu thốn kinh phí, thế nhưng nó thực sự hoạt động rất tốt. Trong lần kiểm tra chính thức đầu tiên vào năm 1982, nó đã xác định niên đại của vật thể cổ xưa nhất từng được tìm thấy – một viên đá 4,3 tỷ năm tuổi đến từ miền tây Australia. "Việc đó đã gây khá nhiều xáo trộn tại thời điểm đó," Bennett kể với tôi, "vì tìm được một thứ quan trọng trong thời gian nhanh đến vậy nhờ

sử dụng công nghệ hoàn toàn mới."

---

[1] · Sensitive High Resolution Ion Micro Probe – được biết đến với tên viết tắt nổi tiếng là SHRIMP, tiếng Anh có nghĩa là tôm.

Bà đưa tôi xuống hội trường để xem mẫu máy mới, SHRIMP II. Nó là một công trình to nặng, làm bằng thép không gỉ, dài khoảng 3,5m và cao 1,5m, được dựng kiên cố như một máy dò đáy biển. Một người đàn ông đang chăm chú theo dõi các chuỗi số liệu nhảy nhót trên màn hình. Ông là Bob, đến từ Đại học Canterbury, New Zealand. Ông cho tôi biết mình đã ở đây từ 4 giờ sáng. Khi đó đang gần 9 giờ sáng và Bob sẽ theo dõi cho đến trưa. SHRIMP II chạy 24 tiếng mỗi ngày bởi có quá nhiều mẫu đá cần được xác định niên đại. Hãy hỏi bất cứ nhà địa chất nào về cơ chế hoạt động của những thứ như vậy, họ sẽ bắt đầu nói về sự làm giàu đồng vị và ion hóa với sự nhiệt tình không gì đo đếm được. Tuy nhiên, cuối cùng, bằng cách bắn phá một viên đá bằng các dòng nguyên tử tích điện, chính chiếc máy đó mới có khả năng xác định sự khác biệt rất nhỏ trong lượng chì và urani ở các mẫu zircon, nhờ đó tuổi của viên đá được tính một cách chính xác. Bob cho biết cần khoảng 17 phút để đọc một mẫu zircon, và sẽ cần đọc hàng chục lần một viên đá để có thể thu được số liệu đáng tin cậy. Trong thực tế, sự nhàm chán của quy trình này cũng không kém gì công việc ở tiệm giặt. Tuy nhiên, Bob có vẻ rất hào hứng theo kiểu thường thấy ở người New Zealand.

Phòng Khoa học Trái Đất là một tổ hợp khác thường – vừa là văn phòng, vừa là phòng thí nghiệm, lại vừa là xưởng máy. "Chúng tôi từng chế tạo mọi thứ tại đây," bà cho biết. "Chúng tôi còn thuê riêng một người thợ thổi thủy tinh nhưng ông ấy đã nghỉ hưu. Tuy nhiên, chúng tôi vẫn còn hai người thợ nghiền đá làm việc toàn thời gian." Bà bắt gặp ánh mắt thoáng ngỡ ngàng của tôi. "Ở đây, chúng tôi có rất nhiều đá. Chúng phải được chuẩn bị rất kỹ để đảm bảo không bị tạp nhiễm bởi các mẫu trước – bụi hay bất cứ thứ gì. Đây là một quá trình đòi hỏi sự tỷ mỉ." Bà chỉ cho tôi chiếc máy nghiền đá, những người thợ có lẽ đang nghỉ giải lao. Bên cạnh đó là những hộp đựng đá với đủ kích thước, màu sắc. Đúng là tại đây các nhà khoa học phải tiếp xúc với rất nhiều đá.

Trở lại văn phòng của Bennett sau chuyến tham quan, tôi thấy trên tường của căn phòng treo một bức tranh cỡ lớn minh họa lý giải đầy ắp trí tưởng tượng của một họa sĩ về hình ảnh Trái Đất 3,5 tỷ năm trước, thời điểm sự sống trên Trái Đất vừa mới bắt đầu, thuộc niên đại địa chất Liên đại Thái Cổ. Bức tranh vẽ nên một

cảnh tượng lạ lùng với những núi lửa khổng lồ đang hoạt động, mặt biển màu đồng nghi ngút hơi nước nằm bên dưới bầu trời đỏ gắt. Đá strômatôlít, một loại đá chứa vi khuẩn, chiếm lĩnh vùng nước nông ven bờ. Trông nó không hề giống một nơi hứa hẹn sẽ sinh ra và nuôi dưỡng sự sống. Tôi đã hỏi bà liệu bức tranh này có chính xác.

"Ồ, có trường phái cho rằng Trái Đất khi đó thực chất rất lạnh vì ánh sáng Mặt Trời rất yếu." (Về sau, tôi được biết các nhà sinh học trong khi cao hứng đã gọi đây là "vấn đề nhà hàng Trung Quốc" – bởi lúc này chúng ta có một Mặt Trời rất mờ[1].) "Nếu không có khí quyển, các tia cực tím của Mặt Trời, dù là một Mặt Trời yếu, cũng sẽ bẻ gãy các liên kết mới được các phân tử phôi thai. Trong khi đó," – bà gõ lên những viên đá strômatôlít – "anh lại thấy có những sinh vật gần như tồn tại ngay trên bề mặt. Đây là một thách đố."

1· Nguyên văn: dim sun. Có lẽ ở đây chơi chữ, ý liên hệ tới món dimsum (há cảo).

"Nghĩa là chúng ta không biết thế giới trông như thế nào vào thời kỳ đó?"

"Phải," bà thận trọng tỏ ý đồng tình.

"Dù thế nào, nó có lẽ cũng không mấy thuận lợi cho sự sống."

Bà gật đầu thân thiện. "Nhưng phải có một thứ gì đó thích hợp cho sự sống. Nếu không chúng ta đã không có mặt ở đây."

Nó chắc chắn không phù hợp với chúng ta ngay từ đầu. Nếu bạn lên một cỗ máy thời gian để về lại thế giới thời Thái Cổ đó, bạn sẽ lập tức muốn về lại hiện tại bởi lượng ôxy trên Trái Đất không nhiều hơn so với trên sao Hỏa ngày nay. Nó chứa đầy hơi độc của axít clohiđric và axít sunphuric, đủ mạnh để ăn mòn quần áo và khiến da bạn phỏng rộp. Bạn cũng không thấy khung cảnh sạch sẽ và sáng sủa như trong bức tranh vừa kể. Các chất hóa học đóng vai trò khí quyển khi đó chỉ cho phép rất ít ánh mặt trời đến được bề mặt Trái Đất. Tầm nhìn hạn chế của bạn thỉnh thoảng sẽ được chiếu sáng bởi những tia chớp. Tóm lại, đây đúng là Trái Đất, nhưng là một Trái Đất sẽ khiến bạn không thể nhận ra.

Có rất ít sự kiện xảy ra trong thế giới thuộc Liên đại Thái Cổ. Suốt 2 tỷ năm, các loại vi khuẩn là dạng sống duy nhất. Chúng sống,

sinh sôi, quần tụ, song không thể hiện bất cứ dấu hiệu nào cho thấy sẽ chuyển sang một cấp độ tồn tại phức tạp hơn. Tại một thời điểm nào đó trong một tỷ năm đầu tiên của sự sống khuẩn lam, một loại vi khuẩn mang màu tảo đã tìm được cách khai thác những nguồn lực sẵn có – lượng hiđro hết sức dồi dào trong nước. Chúng hấp thụ các phân tử nước, giữ lại hiđro và nhả ra ôxy, nhờ đó quá trình quang hợp đã được sáng tạo ra. Như Margulis và Sagan nhận định, quang hợp "chắc chắn là bước tiến quan trọng nhất về trao đổi chất trong lịch sử sự sống của hành tinh" – và nó không được tạo ra bởi thực vật mà bởi vi khuẩn.

Cùng với sự gia tăng của khuẩn lam, thế giới bắt đầu chứa đầy khí ôxy trước sự kinh ngạc của các sinh vật xem đó là loại khí độc hại – vào thời đó nghĩa là tất cả các sinh vật. Trong một thế giới kỵ khí, nghĩa là không sử dụng ôxy, khí này là cực kỳ độc hại. Các bạch cầu của chúng ta thực chất dùng ôxy để giết các vi khuẩn xâm nhập. Bản chất độc hại của ôxy có thể khiến chúng ta, những kẻ sống dựa vào nó, thấy ngạc nhiên, nhưng đơn giản là chúng ta đã tiến hóa để sử dụng nó. Với những thứ khác, nó là nỗi kinh hoàng. Nó khiến cho bơ bị ôi và sắt bị gỉ. Ngay cả con người cũng chỉ dung nạp nó đến một mức nhất định. Lượng ôxy trong tế bào của chúng ta chỉ bằng một phần mười lượng ôxy trong khí quyển.

Các cơ thể sống sử dụng ôxy có hai lợi thế. Ôxy là một nhân tố hiệu quả giúp tạo ra năng lượng và hạ gục các đối thủ của chúng. Một số rút lui về thế giới yếm khí và có bùn như nơi đầm lầy hay đáy hồ. Một số khác cũng làm tương tự, nhưng sau đó (rất lâu sau đó) di cư vào trong hệ tiêu hóa của các sinh vật như bạn và tôi. Khá nhiều thực thể nguyên thủy này vẫn đang sống trong cơ thể bạn ngay lúc này, giúp bạn tiêu hóa thức ăn, nhưng căm ghét ôxy dù chỉ là một lượng rất nhỏ. Vô số các dạng sống khác đã chết vì không thích nghi được.

Các khuẩn lam là một thành công vang dội. Ban đầu, khí ôxy mà chúng tạo ra không tích lũy trong khí quyển, mà kết hợp với sắt để tạo thành oxit sắt và chìm xuống đáy biển nguyên thủy. Suốt hàng triệu năm, thế giới thật sự bị gỉ – bằng chứng của hiện tượng này là vô số mỏ sắt đang cung cấp rất nhiều quặng cho thế giới ngày nay. Suốt hàng chục triệu năm, gần như đây là tất cả những gì xảy ra. Nếu quay lại đầu Liên đại Nguyên sinh, bạn sẽ không nhận thấy nhiều dấu hiệu hứa hẹn về tương lai Trái Đất. Có thể ở đâu đó trong các hồ trú ẩn, bạn sẽ bắt gặp một lớp bọt có sự sống hay một lớp phủ màu xanh hoặc nâu bóng trên các tảng đá ven bờ, nhưng bóng dáng sự sống vẫn rất mịt mù.

Khoảng 3,5 tỷ năm trước, những thứ rõ ràng hơn đã xuất hiện. Bất cứ khi nào nước biển nông, các dạng sống hữu hình bắt đầu xuất hiện. Trong quá trình thực hiện các chu trình hóa học của mình, khuẩn lam trở nên hơi dính, giúp chúng giữ lại các hạt bụi hoặc cát. Tất cả kết hợp với nhau để tạo thành các cấu trúc kỳ dị nhưng rất bền được vẽ trong bức tranh trên tường văn phòng của bà Bennett: đá strômatôlít. Loại đá này rất đa dạng về hình dáng và màu sắc. Đôi khi chúng trông như những bông hoa lơ khổng lồ, khi lại giống những tấm nệm bông (tên của loại đá này bắt nguồn từ tiếng Hy Lạp có nghĩa là nệm); chúng có khi xuất hiện như những chiếc cột dựng đứng cao hơn mặt nước hàng chục mét – có thể lên tới 100m. Dù có hình dáng nào, chúng cũng là loại đá chứa sự sống cộng sinh đầu tiên trên thế giới, với một số cơ thể sống trên bề mặt và một số khác ngay phía dưới, mỗi loại sẽ tận dụng các điều kiện do loại kia tạo ra. Vậy là, thế giới đã có hệ sinh thái đầu tiên.

Suốt nhiều năm, các nhà khoa học biết đến đá strômatôlít từ sự hình thành hóa thạch, nhưng vào năm 1961 họ thật sự kinh ngạc khi phát hiện một quần thể đá strômatôlít chứa sự sống tại vịnh Shark, ở bờ biển tây bắc xa xôi của Australia. Đây là điều rất bất ngờ – bất ngờ tới mức phải mất vài năm để các nhà khoa học nhận ra mình đã phát hiện điều gì. Tuy nhiên, ngày nay vịnh Shark là một điểm thu hút du lịch – hoặc ít nhất là một nơi quá nhiều du khách so với việc nó cách những nơi sầm uất khác hàng trăm dặm và cách bất cứ địa điểm nào khác hàng chục dặm. Những lối đi dạo sát bờ biển đã được xây dựng để du khách có thể đến sát mặt nước và ngắm nhìn các tảng đá strômatôlít đang thở khe khẽ bên dưới. Chúng có màu xám xỉn, và như tôi đã viết trong một cuốn sách khác, trông rất giống những khối phân bò lớn. Thế nhưng bạn sẽ cảm giác hơi choáng váng khi biết mình đang được chiêm ngưỡng phần sự sống còn sót lại trên Trái Đất từ 3,5 tỷ năm trước. Richard Fortey từng nói: "Đây thật sự là một chuyến du hành vượt thời gian, và nếu thế giới được chọn những kỳ quan thật sự, nơi này chắc chắn sẽ nổi tiếng không kém gì kim tự tháp Giza." Dù bạn không ngờ tới, nhưng những tảng đá tẻ nhạt này lại chứa đầy sự sống, có đến khoảng ba tỷ cá thể trên mỗi mét vuông đá. Đôi lúc nếu quan sát kỹ, bạn có thể nhìn thấy những luồng bong bóng khí nổi lên mặt nước khi chúng nhả khí ôxy. Suốt hai tỷ năm nay, bằng nỗ lực nhỏ bé của mình, chúng đã làm tăng lượng ôxy có trong khí quyển lên 20% để chuẩn bị cho một chương mới phức tạp hơn trong lịch sử sự sống.

Một số người cho rằng khuẩn lam ở vịnh Shark có lẽ là một trong những dạng sống chậm tiến hóa nhất trên Trái Đất và chắc chắn

ngày nay là dạng hiếm hoi nhất. Khuẩn lam tạo nền tảng cho các sinh vật phức tạp hơn ra đời, và chính các sinh vật này cản trở sự tồn tại của khuẩn lam. (Khuẩn lam còn lại ở vịnh Shark là nhờ nước biển ở đây quá mặn, khiến các sinh vật thường không thể lấy chúng làm thức ăn.)

Một nguyên nhân khiến sự sống mất quá nhiều thời gian để trở nên phức tạp là thế giới phải đợi cho đến khi các dạng sống đơn giản tạo ra đủ ôxy cho bầu khí quyển. "Động vật không thể có đủ năng lượng để hoạt động," như Fortey đã nhận định. Mất khoảng 2 tỷ năm, gần 40% lịch sử Trái Đất, để mức ôxy trong không khí có mật độ xấp xỉ như hiện nay. Khi đạt đến giai đoạn này, bất ngờ một loại tế bào hoàn toàn mới xuất hiện – tế bào này chứa một hạt nhân và các thể nhỏ hơn được gọi chung là các *bào quan*. Quá trình này được cho là bắt đầu khi một vi khuẩn ngớ ngẩn hoặc mạo hiểm đã xâm nhập hoặc bị giữ lại bởi một vi khuẩn khác, và phát hiện rằng điều này có lợi cho cả hai. Người ta cho rằng, vi khuẩn bị giam cầm đã trở thành một ti thể. Sự xâm nhập ti thể này (hoặc hiện tượng nội cộng sinh, thuật ngữ mà các nhà sinh học ưa dùng) khiến sự sống phức tạp trở nên khả thi. (Trong thực vật, sự xâm nhập tương tự tạo ra lục lạp[1], cho phép chúng quang hợp.)

---

[1]· Một trong ba dạng lạp thể (vô sắc lạp, sắc lạp, lục lạp) chỉ có trong các tế bào có chức năng quang hợp ở thực vật. (ND)

Các ti thể sử dụng ôxy để giải phóng năng lượng từ thức ăn. Nếu không có quá trình này, sự sống trên Trái Đất ngày nay sẽ không nhiều hơn một bãi lầy đầy các vi sinh vật đơn giản. Các ti thể rất nhỏ – bạn có thể nhét một tỷ ti thể vào một hạt cát – nhưng chúng luôn đói. Hầu như tất cả chất dinh dưỡng bạn hấp thụ đều dùng để nuôi dưỡng chúng.

Chúng ta không thể sống dù chỉ trong hai phút mà thiếu các ti thể, nhưng thậm chí sau một tỷ năm chúng vẫn hoạt động như thể mọi thứ không hề thay đổi. Chúng giữ ADN, ARN và các ribôxôm riêng. Chúng sinh sản khác thời điểm so với tế bào chủ. Chúng trông giống vi khuẩn, phân bào như vi khuẩn, và đôi khi còn phản ứng với các chất kháng sinh theo cách của vi khuẩn. Chúng không di truyền như tế bào mà chúng cư ngụ. Nói tóm lại, chúng giống như một người lạ ở trong nhà bạn, và ở lại đó suốt hàng tỷ năm.

Loại tế bào mới được gọi là tế bào nhân chuẩn (nghĩa là thật sự có

nhân) để phân biệt với loại cũ, tế bào nhân sơ (trước khi có nhân), và dường như chúng đột nhiên xuất hiện, dựa trên bằng chứng hóa thạch. Các tế bào nhân chuẩn cổ nhất được biết đến có tên gọi là *grypania*, được phát hiện trong các trầm tích sắt ở Michigan vào năm 1992. Các hóa thạch này chỉ được tìm thấy duy nhất một lần, có niên đại 500 triệu năm.

Trái Đất đã tiến bước đầu tiên để trở thành một hành tinh thú vị. So với tế bào nhân chuẩn mới, tế bào nhân sơ cũ không khác gì một "túi chứa hóa chất", theo cách gọi của nhà sinh vật học người Anh, Stephen Drury. Các tế bào nhân chuẩn lớn hơn – thậm chí có thể gấp 10.000 lần – so với những họ hàng đơn giản hơn của mình, và có thể mang số ADN nhiều gấp 1.000 lần. Nhờ cú đột phá này, sự sống ngày càng phức tạp và tạo nên hai loại sinh vật – một loại thải ra ôxy (như cây cối) và một loại hít vào (như bạn và tôi).

Các sinh vật nhân chuẩn đơn bào từng được gọi là *tiền động vật*, nhưng ngày nay thuật ngữ này ngày càng ít được sử dụng. Thay vào đó là thuật ngữ phổ biến hơn, sinh vật *nguyên sinh*. So với vi khuẩn, sinh vật nguyên sinh là những kỳ quan về cấu trúc và độ phức tạp. Các amip đơn giản, dù chỉ là một tế bào và không có tham vọng nào khác ngoài tồn tại, chứa 400 triệu thông tin di truyền trong ADN của mình – đủ để dàn kín 80 cuốn sách 500 trang như Carl Sagan đã lưu ý. Cuối cùng, sinh vật nhân chuẩn học được một chiêu độc hơn. Sẽ mất rất lâu – khoảng một tỷ năm – nhưng đây là một chiêu tuyệt vời khi đã nắm được. Chúng học cách kết hợp để tạo ra sinh vật đa bào. Nhờ bước tiến này, các thực thể hữu hình, phức tạp và to lớn như con người mới có thể ra đời. Trái Đất đã sẵn sàng để bước sang giai đoạn tiếp theo.

Nhưng trước khi quá hứng khởi với điều đó, bạn nên nhớ rằng thế giới mà chúng ta sắp sửa thấy vẫn thuộc về các sinh vật rất nhỏ.

20
Thế giới nhỏ bé

Có lẽ việc quá quan tâm tới các vi khuẩn không phải là hay. Louis Pasteur, nhà hóa học kiêm nhà vi khuẩn học vĩ đại người Pháp, đã quá quan tâm tới các vi khuẩn đến mức ông luôn săm soi từng đĩa thức ăn trước mặt mình bằng kính lúp. Thói quen này có lẽ đã khiến ông thường không được chủ nhà mời đến ăn tối thêm.

Thực tế, không cần phải trốn tránh các vi khuẩn, vì chúng luôn ở quanh bạn với số lượng lớn ngoài sức tưởng tượng. Nếu bạn có sức khỏe tốt và quan tâm tới vấn đề vệ sinh ở mức độ trung bình, sẽ có khoảng 1.000 tỷ vi khuẩn đang "gặm cỏ trên những cánh đồng thịt" của bạn – nghĩa là khoảng 100.000 vi khuẩn trên mỗi xentimét vuông da. Chúng ở đó để ăn khoảng 10 tỷ mẩu da chết mà bạn thải ra mỗi ngày cùng các loại dầu thơm ngon và các loại khoáng chất bổ dưỡng tiết ra từ mỗi lỗ chân lông và kẽ nứt trên da. Bạn chính là bữa buffet tuyệt hảo dành cho vi khuẩn nhờ sự ấm áp và vận động liên tục. Để cảm ơn, chúng đem lại cho bạn mùi cơ thể.

Đó mới chỉ là những vi khuẩn trên da. Còn hàng nghìn tỷ vi khuẩn khác nằm trong đường hô hấp và tiêu hóa, bám vào tóc và lông mi, bơi trong mắt, khoan vào men răng của bạn. Chỉ riêng hệ tiêu hóa đã là ngôi nhà chung của 100.000 tỷ vi khuẩn thuộc ít nhất 400 loại khác nhau. Một số xử lý đường, một số xử lý tinh bột và một số xử lý các vi khuẩn khác. Một lượng đáng kể vi khuẩn, ví dụ xoắn khuẩn đường ruột, không thực hiện bất cứ chức năng nào. Mỗi cơ thể người có khoảng 1.000 triệu triệu tế bào, nhưng chứa khoảng 100.000 triệu triệu tế bào vi khuẩn. Nói tóm lại, chúng là một phần lớn của chúng ta. Tất nhiên, nhìn từ phía vi khuẩn, chúng ta là một phần khá nhỏ của chúng.

Vì con người đủ to lớn và thông minh để sản xuất thuốc kháng

sinh và chất diệt khuẩn, nên chúng ta dễ tự thuyết phục mình rằng vi khuẩn đã bị đẩy tới bờ vực tuyệt chủng. Bạn có tin điều đó không? Vi khuẩn không thể xây dựng các thành phố và có đời sống xã hội phong phú, nhưng chúng sẽ vẫn tồn tại cả khi Mặt Trời nổ tung. Đây là hành tinh của chúng, và chúng ta có mặt ở đây bởi được chúng cho phép.

Đừng bao giờ quên rằng vi khuẩn đã trải qua hàng tỷ năm không có con người. Còn chúng ta thì không thể tồn tại nếu thiếu chúng. Vi khuẩn giúp xử lý rác thải và làm chúng một lần nữa trở nên hữu dụng; nếu thiếu hoạt động cần mẫn của chúng, không thứ gì có thể phân hủy. Vi khuẩn làm sạch nguồn nước và giúp cho đất đai màu mỡ. Chúng tổng hợp vitamin trong ruột, chuyển hóa những thứ chúng ta ăn thành đường và pôlysaccarit, đồng thời chống lại các vi khuẩn lạ lạc vào qua đường miệng.

Chúng ta hoàn toàn phụ thuộc vào vi khuẩn trong việc tách nitơ từ không khí rồi chuyển hóa thành các nuclêôtit và axít amin hữu ích. Đây quả là một chiến công phi thường đáng khen ngợi. Như Margulis và Sagan nhận xét, để tiến hành quy trình này bằng phương pháp công nghiệp (giống như trong sản xuất phân bón), các nhà sản xuất phải nung nguồn nguyên liện tới 500°C và ép chúng dưới áp suất gấp 300 lần thông thường. Vi khuẩn làm việc này không mấy khó khăn. Thật may mắn, vì không sinh vật lớn hơn nào có thể tồn tại mà thiếu khí nitơ do chúng tạo ra. Trên hết, vi khuẩn liên tục cung cấp cho chúng ta không khí để thở và giúp cho bầu khí quyển cân bằng. Các vi khuẩn, bao gồm cả khuẩn lam hiện đại, sản xuất phần lớn lượng ôxy hữu dụng cho hành tinh. Tảo và các sinh vật nhỏ hô hấp dưới biển cũng thải ra khoảng 150 tỷ kg ôxy mỗi năm.

Chúng sung mãn đến kinh ngạc. Có những loài vi khuẩn sinh ra thế hệ mới trong chưa đầy 10 phút. *Clostridium perfringens*, dạng vi khuẩn nhỏ đến khó tin, vốn gây ra chứng hoại tử, có thể sinh sản trong chưa đầy 9 phút, và sau đó lại chia tách ngay lập tức. Với tốc độ đó, trong hai ngày, chỉ một con vi khuẩn có thể tạo ra nhiều hậu duệ hơn số proton có trong vũ trụ. "Nếu được cung cấp đủ chất dinh dưỡng, thì một tế bào vi khuẩn có thể sinh ra 280.000 tỷ cá thể khác chỉ trong một ngày," nhà sinh vật học người Bỉ được trao giải Nobel, Christian de Duve nói. Trong cùng thời gian đó, một tế bào của con người chỉ kịp phân chia một lần.

Chúng sẽ tạo ra một đột biến với tỷ lệ một phần triệu trong các lần phân chia. Thông thường, đột biến này là vận rủi – đối với một cơ thể, sự thay đổi luôn được xem là mạo hiểm – nhưng đôi khi vi

khuẩn mới may mắn có được một lợi thế tình cờ, chẳng hạn khả năng trốn tránh hoặc miễn nhiễm đối với kháng sinh. Khả năng này nhanh chóng biến thành một lợi thế đáng sợ hơn. Vi khuẩn có thể chia sẻ thông tin. Bất cứ con vi khuẩn nào cũng mang các đoạn mã di truyền từ vi khuẩn khác. Điều cốt yếu là, như Margulis và Sagan đã viết, tất cả vi khuẩn đều bơi trong chiếc hồ di truyền giống nhau. Bất cứ sự thay đổi nào về thích nghi xảy ra trong một góc của thế giới vi khuẩn đều có thể lan truyền sang góc khác. Cũng giống như việc con người có thể lấy các đoạn mã di truyền cần thiết từ một con côn trùng để tạo ra cánh hay đi lại trên tường. Nhìn từ góc độ di truyền, vi khuẩn đã trở thành một cơ thể sống siêu việt đơn nhất – nhỏ bé, phân tán nhưng bất khả chiến bại.

Chúng sẽ sống và phát triển mạnh trên bất cứ thứ gì bạn làm đổ, rớt hoặc rơi vãi. Chỉ cần cho chúng một chút hơi ẩm – giống như khi bạn dùng giẻ ẩm để lau bàn – chúng sẽ nảy nở như thể từ hư vô đồng loạt đến. Chúng sẽ ăn gỗ, keo trên giấy dán tường, kim loại trong sơn. Các nhà khoa học ở Australia đã tìm thấy một loài vi khuẩn mang tên *thiobacillus concretivorans* sống trong môi trường – nói đúng hơn là không thể sống nếu thiếu – axít sunphuric với nồng độ đậm đặc đến mức đủ để hòa tan kim loại. Một loài khác có tên gọi *micrococcus radiophilus* có thể sinh sống vui vẻ trong các thùng rác thải của các lò phản ứng hạt nhân, có thể ngốn plutoni và bất cứ thứ gì ở đó. Một số vi khuẩn còn phá vỡ các chất hóa học, mà theo những gì chúng ta được biết, việc đó không đem lại bất cứ ích lợi gì cho chúng.

Người ta còn thấy chúng trong các hồ bùn sôi chứa đầy xút, hay sâu trong các tảng đá hoặc dưới đáy biển, tại những hồ nước đóng băng ẩn mình ở Thung lũng khô hạn McMurdo, Nam Cực, và ở độ sâu 11km dưới đáy Thái Bình Dương, nơi áp suất cao gấp 1.000 lần trên bề mặt, tương đương với việc bị 50 chiếc máy bay phản lực đè bẹp. Một số vi khuẩn gần như không thể bị phá hủy. *Deinococcus radiodurans*, theo tờ *The Economist*, "gần như miễn nhiễm với phóng xạ". Nếu cắt ADN của loài vi khuẩn này bằng phóng xạ, các mảnh rời ra sẽ nhanh chóng tái tạo "giống như các chi của một sinh vật bất tử trong phim kinh dị".

Có lẽ sức sống mãnh liệt nhất thuộc về loài vi khuẩn *streptococcus*, chúng hồi sinh từ những ống kính kín của một máy quay đặt trên Mặt Trăng hai năm. Tóm lại, có rất ít môi trường mà vi khuẩn không sống được. "Khi đưa các máy dò vào các lỗ thông hơi dưới đại dương, nóng đến mức chúng bắt đầu bị nung chảy, vẫn có các vi khuẩn tồn tại ở đó", Victoria Bennett cho tôi biết.

Trong những năm 1920, hai nhà khoa học tại Đại học Chicago, Edson Bastin và Frank Greer, đã tuyên bố rằng họ tách được từ các giếng dầu các chủng vi khuẩn sống dưới độ sâu 600m. Câu chuyện này bị gạt đi vì bị xem là hoang đường – không thứ gì có thể còn sống ở độ sâu đó – và suốt nửa thế kỷ người ta cho rằng mẫu của hai ông bị nhiễm các loại vi khuẩn trên mặt đất. Ngày nay, chúng ta biết rằng có vô số loài vi khuẩn sống rất sâu trong lòng đất, rất nhiều trong số đó không có mối liên hệ nào với thế giới hữu cơ. Chúng ăn đá, đúng hơn là các kim loại có trong đá – sắt, lưu huỳnh, mangan, v.v… Chúng cũng hô hấp theo cách kỳ lạ – tạo ra sắt, clo, côban và cả urani. Các quá trình này có thể đóng vai trò trọng yếu trong việc tổng hợp vàng, đồng và các kim loại quý khác, và có thể là nguồn gốc của khí đốt tự nhiên. Thậm chí, người ta còn nghĩ rằng sự gặm nhấm không biết mệt mỏi của các loài vi khuẩn đã tạo ra vỏ Trái Đất.

Ngày nay, một số nhà khoa học cho rằng có thể có 100 nghìn tỷ tấn vi khuẩn đang sống dưới chân chúng ta trong những hệ sinh thái vi khuẩn hóa tự dưỡng dưới bề mặt [subsurface lithoautotrophic microbial ecosystems] – gọi tắt là SLiME. Thomas Gold tại Đại học Cornell ước lượng rằng nếu đem tất cả vi khuẩn trong lòng đất lên mặt đất, chúng có thể phủ kín hành tinh này dưới độ sâu 15m, ngang với chiều cao của một ngôi nhà bốn tầng. Nếu ước lượng này chính xác, thì sự sống trong lòng Trái Đất xem ra còn phong phú hơn trên bề mặt.

Ở độ sâu, các vi khuẩn sẽ thu nhỏ kích thước và trở nên cực kỳ chậm chạp. Những loài năng động nhất có lẽ cũng chỉ phân chia không quá một lần trong một thế kỷ, một số khác có thể là một lần trong nửa thiên niên kỷ. Vẫn theo tờ *The Economist*: "Bí quyết của cuộc sống dài lâu có lẽ là không làm việc nhiều." Khi hoàn cảnh sống trở nên khó khăn, các vi khuẩn sẽ đóng mọi hệ thống và đợi thời kỳ thuận lợi hơn. Năm 1997, các nhà khoa học đã kích hoạt thành công một số bào tử bệnh than vốn đã nằm im lìm suốt 80 năm tại một phòng trưng bày trong bảo tàng ở Trondheim, Na Uy. Một số vi sinh vật khác đã trở lại với sự sống sau khi được giải phóng khỏi một hộp thịt 118 năm tuổi và một chai bia 166 năm tuổi. Năm 1996, các nhà khoa học thuộc Viện Hàn lâm Khoa học Nga cho biết đã làm sống lại các vi khuẩn bị đóng băng suốt 3.000 năm trong lớp băng vĩnh cửu ở Siberia. Nhưng cho tới nay kỷ lục thuộc về Russell Vreeland và các đồng nghiệp tại Đại học West Chester, Pennsylvania khi vào năm 2000, họ tuyên bố đã hồi sinh được các vi khuẩn 250 triệu năm tuổi có tên là *bacillus permians*. Chúng bị kẹt lại trong các mỏ muối sâu 600m dưới lòng đất ở Carlsbad, New Mexico. Nếu vậy, loài vi khuẩn này còn già hơn cả

các lục địa.

Rất dễ hiểu tại sao bản báo cáo bị hoài nghi. Nhiều nhà sinh vật học cho rằng trong thời gian dài đến vậy, các thành phần của vi khuẩn sẽ thoái hóa và trở thành vô dụng, trừ khi thỉnh thoảng chúng tự đánh thức mình. Tuy vậy, nếu vi khuẩn thật sự thức dậy đôi lần, thì thật khó lý giải xem nguồn năng lượng nội tại nào giúp nó tồn tại lâu đến vậy? Các nhà khoa học hoài nghi hơn thậm chí cho rằng các mẫu đã bị tạp nhiễm, nếu không phải trong quá trình hồi sinh thì cũng là từ khi còn bị chôn vùi. Năm 2001, một nhóm đến từ Đại học Tel Aviv đã lập luận rằng *B. permians* gần như giống hệt một chủng vi khuẩn hiện đại là *bacillus marismortui*, được tìm thấy ở Biển Chết. Trình tự gen của chúng chỉ khác nhau hai điểm, nghĩa là sự khác biệt rất nhỏ.

"Liệu chúng ta có nên tin rằng", các nhà nghiên cứu người Israel viết, "trong 250 triệu năm, *B. permians* chỉ tích lũy được số biến đổi di truyền tương đương với những gì có thể tạo ra sau 3-7 ngày trong phòng thí nghiệm?" Để đáp lại, phía Vreeland cho rằng "vi khuẩn biến đổi trong phòng thí nghiệm nhanh hơn hẳn trong tự nhiên."

Có thể đúng như vậy.

Một điều đáng chú ý nữa là, từ lâu các cuốn sách giáo khoa đều phân chia thế giới sinh vật thành hai nhóm – thực vật và động vật. Vi sinh vật ít khi được nhắc đến. Amip và các dạng sống đơn bào tương tự được đưa vào nhóm gần với động vật, còn tảo được đưa vào nhóm gần với thực vật. Vi khuẩn cũng thường được xếp chung với thực vật cho dù ai cũng biết chúng không thuộc nhóm này. Từ cuối thế kỷ XIX, nhà tự nhiên học người Đức Ernst Haeckel đã cho rằng vi khuẩn xứng đáng thuộc một nhóm riêng mà ông đặt tên là Khởi sinh, song ý tưởng này không được các nhà sinh vật học để ý mãi cho đến tận những năm 1960, và lúc đó cũng chỉ được một nhóm nhỏ chú ý tới. (Tôi thấy cuốn từ điển để bàn đáng tin cậy *American Heritage* từ năm 1969 cũng không thừa nhận khái niệm này.)

Nhiều dạng sống hữu hình khác cũng chịu chung số phận bị phân nhóm sai theo cách truyền thống. Nấm, bao gồm nấm ăn, nấm mốc, nấm min-điu, nấm men và nhiều loại khác, hầu như luôn được xem là thực vật, cho dù không có đặc điểm nào của chúng – từ cách sinh sản và hô hấp cho đến cách thức sinh trưởng – thuộc về với thế giới thực vật. Về mặt cấu trúc, chúng có nhiều đặc điểm tương đồng với động vật hơn, vì chúng xây dựng các tế bào từ

chitin, một chất đem lại cho chúng kết cấu đặc biệt. Đây cũng là chất cấu thành vỏ của côn trùng và móng vuốt của các loài động vật có vú, dù khi có mặt trong cơ thể của một con bọ cánh cứng nó không thơm ngon như khi có mặt trong nấm *portobello*. Hơn hết, khác với tất cả các loài thực vật, nấm không quang hợp, chúng không hề có diệp lục và vì thế không có màu xanh. Ngược lại, chúng sinh trưởng trực tiếp từ nguồn thực phẩm, vốn có thể là bất cứ thứ gì. Nấm có thể ăn lưu huỳnh trên một bức tường bê tông hoặc các loại vật chất đang phân hủy ở ngón chân của bạn – hai thứ mà không loài thực vật nào ăn được. Điểm tương đồng gần như duy nhất của chúng với thực vật là chúng có rễ.

Cách phân loại sai lầm hơn nữa là nhóm sinh vật đặc biệt có tên chính thức là *myxomycetes*, song lại thường được gọi là nấm nhầy. Tên gọi này chắc hẳn liên quan nhiều tới tính chất không rõ ràng của chúng. Một tên gọi nghe có vẻ năng động hơn chút ít – "sinh vật nguyên sinh tự vận hành có thể di chuyển" – không khiến người ta liên tưởng tới những thứ có thể vơ được khi thọc tay vào một chiếc cống tắc. Tên gọi này có lẽ đã đem lại cho các thực thể phi thường đó sự chú ý mà chúng xứng đáng được nhận, vì nấm nhầy chắc chắn là một trong những sinh vật thú vị nhất của tự nhiên. Gặp thời điểm thuận lợi, chúng tồn tại dưới dạng các cá thể đơn bào, khá giống amip. Nhưng khi hoàn cảnh sống trở nên khó khăn, chúng tập trung lại và bất ngờ trở thành một con sên. Con sên này không đẹp và cũng không đi được xa – thường chỉ là từ đáy lên tới đỉnh một đống rác, nơi chúng không bị che khuất – nhưng trong hàng triệu năm đây là trò đùa tinh quái nhất vũ trụ.

Mọi thứ chưa dừng lại ở đây. Sau khi đã kéo mình lên một vị trí thuận lợi hơn, nấm nhầy lại biến hình một lần nữa thành một dạng thực vật. Nhờ một quá trình tuần tự, các tế bào được sắp xếp lại giống như các thành viên của một đoàn diễu hành tí hon và tạo thành một thân cây, trên ngọn của cây này có một bầu thể quả. Thể quả này chứa hàng triệu bào tử, và tới thời điểm thích hợp các bào tử sẽ được thả bay theo gió để trở thành các sinh vật đơn bào khác và quá trình lại bắt đầu.

Suốt nhiều năm, nấm nhầy được các nhà động vật học xếp vào nhóm động vật nguyên sinh, trong khi các nhà nấm học lại muốn xem chúng là nấm dù ai cũng nhận thấy rằng chúng không thật sự thuộc nhóm nào. Khi kỹ thuật kiểm tra gen xuất hiện, các nhà khoa học trong phòng thí nghiệm kinh ngạc nhận ra rằng nấm nhầy khác biệt và dị thường đến mức chúng không có liên hệ trực tiếp với bất cứ thứ gì khác trong tự nhiên, thậm chí đôi khi còn không có liên hệ với nhau.

Năm 1969, bằng nỗ lực thiết lập trật tự cho một hệ thống phân loại ngày càng cho thấy nhiều thiếu sót, một nhà sinh thái học đến từ Đại học Cornell, R. H. Whittaker, đã trình bày trên tạp chí *Science* một đề xuất phân chia sự sống thành 5 nhóm cơ bản – hay còn được gọi là các giới – Động vật, Thực vật, Nấm, Động vật nguyên sinh và Khởi sinh. Động vật nguyên sinh [protista] là một biến thể của thuật ngữ *protoctista* đã được John Hogg, nhà sinh vật học người Scotland đưa ra trước đó một thế kỷ để chỉ những sinh vật không phải là thực vật hay động vật.

Cho dù hệ thống mới của Whittaker là một cải tiến lớn nhưng động vật nguyên sinh vẫn được định nghĩa rất mơ hồ. Một số nhà phân loại dùng thuật ngữ này để chỉ các sinh vật đơn bào lớn – các sinh vật nhân chuẩn – còn một số khác thì xem đó là một ngăn kéo kỳ dị của sinh học và quẳng vào đó mọi sinh vật không phù hợp để xếp vào những nơi khác. Tùy vào nguồn tài liệu bạn tham khảo, nhóm này bao gồm nấm nhầy, amip, thậm chí cả rong biển và nhiều thứ khác. Theo một tính toán, nó bao gồm khoảng 200.00 loài khác nhau. Đó đều là những sinh vật kỳ dị.

Điều khôi hài là ngay khi cách phân loại thành năm giới của Whittaker sắp sửa được đưa vào các cuốn sách giáo khoa, một học giả khiêm tốn từ Đại học Illinois đã tìm đường dẫn đến một phát kiến sẽ thách thức tất cả. Tên ông là Carl Woese, và từ giữa thập niên 1960 – ngay khi điều kiện cho phép – ông đã thầm lặng nghiên cứu về trình tự gen của vi khuẩn. Trong những ngày đầu tiên, đây là một công việc hết sức gian nan. Nghiên cứu một con vi khuẩn có thể mất đến một năm. Tại thời điểm đó, theo Woese, người ta mới chỉ biết đến khoảng 500 loài vi khuẩn, ít hơn cả số loài trong miệng bạn. Ngày nay, con số này đã tăng lên gấp 10 lần, chưa kể 26.900 loài tảo, 70.000 loài nấm, 30.800 loài amip và các sinh vật có liên quan, mà tiểu sử của chúng có thể lấp kín biên niên sử ngành sinh học.

Con số khá thấp này không phải là do sự thờ ơ. Việc phân lập và nghiên cứu vi khuẩn khó khăn đến bực bội. Chỉ khoảng 1% số vi khuẩn được cấy có thể sinh trưởng. Với khả năng thích nghi khủng khiếp của chúng trong tự nhiên, điều lạ lùng là nơi duy nhất chúng không muốn sống là trong một chiếc đĩa cấy. Thả chúng vào đây và nuông chiều chúng theo mọi cách bạn muốn, chúng vẫn sẽ chỉ trơ ra đó, từ chối bất cứ sự kích thích sinh sôi nào. Loài vi khuẩn nào sinh trưởng mạnh trong các phòng thí nghiệm, xét về bản chất đều là bất thường, và chúng gần như là đối tượng nghiên cứu độc quyền của giới vi sinh vật học. Về điều này, Woese nói "giống như nghiên cứu về động vật bằng cách đi

thăm sở thú."

Tuy nhiên, gen cho phép Woese tiếp cận vi sinh vật từ một góc độ khác. Trong quá trình làm việc, Woese nhận thấy rằng thế giới vi sinh vật có sự phân chia đa dạng mà ít ai ngờ tới. Rất nhiều sinh vật nhỏ bé trông giống vi khuẩn và hoạt động như vi khuẩn thật ra lại là thứ khác – chúng đã tách ra khỏi nhánh vi khuẩn từ lâu. Woese gọi chúng là các cổ khuẩn.

Không chắc rằng các yếu tố phân biệt giữa cổ khuẩn và vi khuẩn sẽ gây bất ngờ cho bất cứ ai ngoài các nhà sinh vật học. Các khác biệt chủ yếu là về lipid và sự thiếu vắng của một thứ gọi là peptidoglycan. Thế nhưng trong thực tế, đó lại là sự khác biệt rất lớn. Cổ khuẩn khác biệt so với vi khuẩn nhiều hơn việc tôi và bạn khác một con cua hay một con nhện. Không còn hoài nghi gì nữa, một mình Woese đã phát hiện một nhánh của sự sống, cơ bản đến mức nó được tôn kính đặt cao hơn cả cấp độ giới trên đỉnh của Cây Sự sống.

Năm 1976, ông khiến thế giới – hay ít ra là số ít những người chú ý – phải kinh ngạc với việc vẽ lại Cây Sự sống. Cây này không chỉ gồm 5 nhánh chính mà có tới 23 nhánh. Ông sắp xếp các nhánh này thành ba hạng mục cơ bản mà ông gọi là vực – Vi khuẩn, Cổ khuẩn và Sinh vật nhân chuẩn. Cách sắp xếp mới như sau:

• *Vi khuẩn*: khuẩn lam, khuẩn tím, khuẩn xanh dương, khuẩn lục không lưu huỳnh, khuẩn flavobacterium và khuẩn thermotogales

• *Cổ khuẩn*: cổ khuẩn halophilic, cổ khuẩn methanosarcina, cổ khuẩn methanobacterium, cổ khuẩn methanoncoccus, cổ khuẩn thermoceler, cổ khuẩn thermoproteus và cổ khuẩn pyrodictium

• *Sinh vật nhân chuẩn*: trùng roi, nấm microsporidia, nấm trichomonad, tiên mao, trùng amip, nấm nhầy, thực vật, nấm và động vật

Cách phân chia mới của Woese không gây bão trong thế giới sinh vật học. Một số người xem thường hệ thống này vì nó quá đề cao vi khuẩn. Nhiều người đơn thuần không để mắt tới nó. Woese, theo lời Frances Ashcroft, "cảm thấy thất vọng cay đắng". Nhưng dần dần, hệ thống của ông được giới vi sinh vật học chú ý tới. Các nhà thực vật và động vật học nhận ra giá trị của nó chậm hơn nhiều. Lý do đơn giản là trong mô hình của Woese, giới động vật và thực vật được chuyển xuống thành nhánh ngoài cùng trong cành động vật nguyên sinh. Tất cả vị trí còn lại thuộc về các sinh

vật đơn bào.

"Họ được đào tạo để sắp xếp sinh vật theo sự khác biệt và tương đồng về hình thái," Woese phát biểu khi được phỏng vấn vào năm 1996. "Ý tưởng sắp xếp dựa trên chuỗi phân tử tương đối khó chấp nhận đối với nhiều kẻ trong số họ." Tóm lại, nếu không thể nhìn thấy một sự khác biệt bằng mắt thường, nhiều nhà sinh vật học sẽ không thích nó. Đa số trung thành với cách phân ra 5 giới truyền thống – cách sắp xếp mà Woese đánh giá là không mấy hữu dụng, hoặc những lúc ông không mấy hiền lành, là "gây hiểu lầm một cách tích cực". "Sinh học cũng giống như vật lý trước đây," Woese viết, "đã đạt tới cấp độ mà ở đó, đối tượng nghiên cứu và sự tương tác giữa chúng không còn cảm nhận được bằng mắt thường."

Năm 1998, nhà động vật học vĩ đại và kỳ cựu của Đại học Harvard, Ernst Mayr (lúc đó đã 94 tuổi, khi tôi viết cuốn sách này ông đã gần 100 tuổi và vẫn rất mạnh khỏe) khuấy động câu chuyện hơn nữa bằng tuyên bố rằng chỉ nên phân loại sự sống thành hai nhóm – hay hai "đế chế", theo cách nói của ông. Trong một bài báo trên *Kỷ yếu của Viện Hàn lâm Khoa học Quốc gia*, Mayr cho rằng các phát hiện của Woese tuy rất thú vị nhưng hoàn toàn sai lầm vì "Woese không được đào tạo để trở thành một nhà sinh vật học, và do đó không hiểu các nguyên tắc phân loại bao quát." Điều này không khác gì việc một nhà khoa học danh tiếng nói với một nhà khoa học khác rằng anh ta hoàn toàn không hiểu mình đang nói gì.

Các chi tiết trong những lời chỉ trích của Mayr mang tính kỹ thuật rất cao – chúng liên quan tới vấn đề sinh dục phân bào giảm nhiễm, phương pháp phân loại Hennigian và những cách lý giải gây tranh cãi về bộ gen của *methanobacterium thermoautrophicum*, bên cạnh rất nhiều vấn đề khác – nhưng về cơ bản, ông cho rằng cách sắp xếp của Woese làm mất đi tính cân bằng của Cây Sự sống. Vực vi khuẩn, theo Mayr, bao gồm không quá một vài nghìn loài, còn cổ khuẩn chỉ mới có 175 loài được đặt tên; cứ cho rằng chúng ta có thể phát hiện thêm vài nghìn nữa – song khó mà nhiều hơn. Ngược lại, vực sinh vật nhân chuẩn – gồm các sinh vật với tế bào có nhân như con người – có tới hàng triệu loài. Để bảo vệ nguyên tắc cân bằng, Mayr đề xuất xếp chung các loài vi khuẩn đơn giản vào đế chế Sinh vật nhân sơ, và xếp các sinh vật phức tạp và tiến hóa hơn thuộc đế chế Sinh vật nhân chuẩn còn lại. Chúng sẽ ở cạnh nhau trong thế cân bằng. Nói cách khác, ông cho rằng nên giữ mọi thứ như vốn có. Sự phân chia giữa các tế bào đơn giản và phức tạp dựa trên sự đứt đoạn vĩ đại trong

thế giới sinh vật.

Nếu cách sắp xếp mới của Woese dạy được cho chúng ta điều gì, thì đó có lẽ là sự sống rất đa dạng, nhất là các sinh vật nhỏ bé, đơn bào và xa lạ. Con người một cách tự nhiên thường nghĩ rằng tiến hóa là một chuỗi cải biến, nâng cấp không ngừng để hướng tới sự phức tạp và to lớn – hay đơn giản là hướng tới chúng ta. Chúng ta đang tự tâng bốc mình. Phần lớn sự đa dạng thật sự trong quá trình tiến hóa đều có quy mô nhỏ. Con người đơn giản chỉ là một sự may mắn – một nhánh phụ thú vị. Trong 23 nhánh của sự sống, chỉ có ba nhánh – thực vật, động vật và nấm – là đủ lớn để nhìn thấy bằng mắt thường, và ngay trong ba nhánh này cũng có những loài chỉ có thể nhìn thấy bằng kính hiển vi. Thực tế, theo Woese, nếu bạn tính tổng số sinh vật trên hành tinh – mọi dạng sống, kể cả thực vật – vi khuẩn sẽ chiếm ít nhất 80%, thậm chí nhiều hơn thế. Thế giới thuộc về những sinh vật nhỏ bé – từ lâu đã luôn là như vậy.

* * *

Sẽ có lúc nào đó trong đời, bạn tự hỏi rằng nếu vậy, tại sao vi khuẩn lại muốn làm tổn thương chúng ta? Một con vi khuẩn sẽ được lợi gì khi làm chúng ta bị sốt, cảm lạnh, nhăn nhó vì đau đớn và trên tất cả là chết? Một thân chủ bị chết, xét đến cùng, không phải là một nơi trú ẩn lâu dài.

Trước hết cần nhớ rằng các vi sinh vật hầu hết đều trung lập, hoặc thậm chí có ích cho sức khỏe con người. Loài vi khuẩn gây bệnh truyền nhiễm tràn lan nhất trên Trái Đất là wolbachia cũng không gây tổn thương con người hay bất cứ động vật có xương sống nào – song nếu bạn là một con tôm, một con sâu hay một con ruồi đục quả, nó có thể khiến bạn ước gì mình chưa từng được sinh ra. Nhìn chung, theo tạp chí *National Geographic*, chỉ khoảng 1/1000 vi khuẩn có thể là tác nhân gây bệnh cho con người. Tuy đa phần chúng đều hiền lành, nhưng vi khuẩn vẫn là kẻ sát nhân nguy hiểm thứ ba ở phương Tây. Dù nhiều loài không giết chết chúng ta nhưng sự tồn tại của chúng vẫn khiến chúng ta sợ hãi.

Việc khiến cho vật chủ không khỏe đem lại một số lợi ích nhất định cho vi khuẩn. Các triệu chứng đau ốm thường giúp lan truyền bệnh tật. Nôn mửa, hắt hơi và tiêu chảy là những phương pháp tuyệt vời để ra khỏi một vật chủ và chuẩn bị chuyển sang một vật chủ khác. Chiến lược hiệu quả nhất là tranh thủ sự giúp đỡ của bên thứ ba. Các sinh vật gây bệnh rất yêu loài muỗi bởi vết đốt của muỗi sẽ đưa chúng thẳng vào máu, nơi chúng có thể bắt

tay ngay vào công việc trước khi cơ chế tự vệ của nạn nhân nhận ra thứ gì đang tấn công họ. Thế nên rất nhiều bệnh loại A – sốt rét, sốt vàng da, sốt xuất huyết, viêm não và trên dưới 100 chứng bệnh khác ít nổi tiếng hơn nhưng có sức tàn phá cao hơn – đều bắt đầu với một vết muỗi đốt. May mắn cho chúng ta, virus HIV, tác nhân gây bệnh AIDS, không nằm trong số đó – hay ít nhất là chưa. Virus HIV được hút lên sẽ bị hòa tan trong quá trình di chuyển do cơ chế trao đổi chất riêng của loài muỗi. Nếu một ngày virus này tìm ra cách khắc phục điều này nhờ đột biến, thì chúng ta sẽ gặp rắc rối thật sự.

Tuy nhiên, sẽ là một sai lầm nếu xem xét vấn đề quá thận trọng từ góc độ logic, bởi rõ ràng vi sinh vật không phải là những thực thể biết tính toán. Chúng không quan tâm sẽ gây ra chuyện gì cho bạn nhiều hơn nỗi băn khoăn của bạn khi giết chúng hàng loạt bằng xà phòng tắm hoặc xịt chất khử mùi. Chúng chỉ quan tâm tới sự sống còn của bạn khi giết bạn quá dễ dàng. Nếu vật chủ bị loại bỏ trước khi chúng có thể di chuyển tiếp, khi đó chính chúng cũng sẽ không thoát khỏi cái chết. Jared Diamond nhận định rằng lịch sử đầy rẫy bệnh tật từng tạo ra các đại dịch kinh hoàng và rồi đều biến mất bí ẩn hệt như khi chúng đến. Ông dẫn chứng đại dịch đổ mồ hôi rất nguy hiểm nhưng may mắn chỉ bùng phát trong khoảng thời gian ngắn ở nước Anh, từ năm 1485 tới năm 1552, và giết chết hàng chục nghìn người trước khi tự kết liễu chính nó. Sự hiệu quả quá mức không phải điều tốt đối với bất cứ sinh vật gây bệnh truyền nhiễm nào.

Rất nhiều khi ốm đau nảy sinh không phải do các vi sinh vật gây ra mà do phản ứng của cơ thể bạn với chúng. Khi được lệnh bảo vệ cơ thể trước các tác nhân gây bệnh, hệ thống miễn dịch đôi khi phá hủy các tế bào hoặc gây tổn thương các mô quan trọng, vì thế khi bạn thấy không khỏe, đó có thể không phải là các tác nhân gây bệnh mà là phản ứng của hệ miễn dịch. Dù sao thì việc bị ốm cũng là một phản ứng hợp lý trước sự truyền nhiễm. Những người ốm sẽ nằm bẹp trên giường và nhờ đó ít lây lan bệnh tật ra cộng đồng.

Bởi ngoài kia có quá nhiều thứ có khả năng khiến bạn tổn thương, nên cơ thể bạn có rất nhiều loại bạch cầu với chức năng phòng thủ – tổng cộng lên tới mười triệu loại, mỗi loại được tạo ra để nhận diện và chống lại một kẻ xâm nhập nhất định. Sẽ rất thiếu hiệu quả nếu cơ thể phải duy trì một đội quân 10 triệu bạch cầu thường trực, vì thế mỗi nhóm bạch cầu sẽ chỉ giữ lại một vài trinh sát làm nhiệm vụ. Khi một tác nhân gây bệnh – còn gọi là kháng nguyên – xâm nhập vào cơ thể, các trinh sát sẽ nhận dạng kẻ tấn công và kêu gọi sản xuất loại bạch cầu phù hợp. Trong lúc cơ thể

bạn đang sản xuất ra lực lượng này, có thể bạn sẽ cảm thấy mệt mỏi. Dấu hiệu hồi phục sẽ bắt đầu khi cuối cùng các binh đoàn được tung ra chiến đấu.

Các bạch cầu không biết rủ lòng thương nên sẽ truy kích và tiêu diệt cho tới những kẻ xâm nhập cuối cùng. Để tránh tuyệt chủng, các vi khuẩn gây bệnh đã phát triển hai chiến lược cơ bản. Chúng có thể tháo chạy nhanh chóng và chuyển sang vật chủ khác, giống như trường hợp các bệnh truyền nhiễm thông thường như cúm, hoặc ngụy trang để không bị các tế bào bạch cầu phát hiện ra. Đây chính là trường hợp của HIV, vốn có thể ẩn náu một cách vô hại mà không bị phát hiện ngay trong nhân tế bào trước khi bắt đầu hành động.

Một trong những khía cạnh kỳ lạ nhất của sự truyền nhiễm là các vi khuẩn bình thường hoàn toàn vô hại, nhưng đôi khi lạc vào vùng khác của cơ thể và "gần như phát điên", theo lời tiến sĩ Bryan Marsh, chuyên gia về truyền nhiễm tại Trung tâm Y tế Dartmouth-Hitchcock ở Lebanon, New Hampshire. "Nó luôn xảy ra trong các vụ tai nạn xe hơi, khi nạn nhân chịu những thương tổn bên trong. Các vi khuẩn vốn rất hiền lành trong đường ruột lạc vào phần khác của cơ thể – ví dụ như mạch máu – và tàn phá một cách khủng khiếp."

Một trong những rối loạn vi khuẩn đáng sợ nhất và gần như không kiểm soát được hiện nay là chứng viêm cân mạc hoại tử, trong đó các vi khuẩn sẽ ăn thịt nạn nhân từ trong ra ngoài, ngấu nghiến các mô bên trong và để lại một thân thể mềm oặt, độc hại. Các bệnh nhân thường tới gặp bác sĩ với những lời phàn nàn tương đối nhẹ – như phát ban hoặc sốt – nhưng sau đó sức khỏe họ suy sụp nghiêm trọng. Khi được phẫu thuật, rõ ràng họ đã bị ăn ruỗng. Phương pháp điều trị duy nhất là phẫu thuật cắt bỏ triệt để bất cứ phần nhiễm khuẩn nào. 70% bệnh nhân sẽ chết; những người còn lại bị biến dạng nặng nề. Nguồn bệnh là một loại họ vi khuẩn bình thường là streptococcus nhóm A, vốn không gây bệnh gì nghiêm trọng hơn đau họng. Một đôi lần, vì những lý do chưa rõ, chúng thoát khỏi niêm mạc họng và đi vào cơ thể, từ đây chúng tàn phá kinh hoàng. Chúng hoàn toàn miễn nhiễm với kháng sinh. Mỗi năm ở Mỹ xảy ra khoảng 1.000 ca và không ai dám chắc vấn đề sẽ không tồi tệ hơn.

Điều tương tự cũng xảy ra với chứng viêm màng não. Ít nhất 10% thanh niên và có lẽ khoảng 30% thiếu niên mang vi khuẩn viêm màng não chết người, thế nhưng bình thường chúng sống vô hại trong họng. Chỉ đôi khi – với xác suất khoảng 1/100.000 – vi

khuẩn này lọt vào các mạch máu và khiến các mạch này trở nên rất yếu. Trong trường hợp xấu nhất, thần chết sẽ đến sau 12 giờ. Nhanh đến mức ngỡ ngàng. "Bạn có thể thấy một người hoàn toàn khỏe mạnh trong bữa sáng, nhưng đã đột ngột mất vào buổi chiều," Marsh nói.

Chúng ta sẽ chiến đấu chống vi khuẩn thành công hơn nếu không lạm dụng vũ khí tốt nhất của mình: thuốc kháng sinh. Đáng chú ý là, theo một nghiên cứu, khoảng 70% kháng sinh được sử dụng ở các nước phát triển dành cho động vật, thường là động vật dùng làm thực phẩm, chỉ đơn giản là để thúc đẩy tăng trưởng và phòng tránh bệnh tật. Việc sử dụng bừa bãi này giúp vi khuẩn có cơ hội phát triển kháng thể. Đây thật sự là cơ hội đã được chúng đón nhận rất nhiệt tình.

Năm 1952, penicillin có hiệu quả tuyệt đối trong việc ngăn ngừa tụ cầu khuẩn, đến mức vào đầu những năm 1970, bác sĩ phẫu thuật người Mỹ, William Stewart, đủ tự tin tuyên bố: "Đã đến lúc khép lại cuốn sách về các bệnh truyền nhiễm. Chúng ta cơ bản đã đẩy lùi chúng khỏi Hoa Kỳ." Tuy nhiên, ngay khi ông đang phát biểu những lời đó, khoảng 90% chủng vi khuẩn trên đang trong quá trình phát triển kháng thể chống lại penicillin. Chẳng bao lâu, một chủng vi khuẩn mới là *staphylococcus aureus* chống methicillin đã xuất hiện tại các bệnh viện. Chỉ duy nhất kháng sinh vanomycin vẫn còn hiệu quả trong việc chống lại nó, nhưng đến năm 1997 một bệnh viện ở Tokyo đã thông báo sự xuất hiện của một chủng vi khuẩn kháng vanomycin. Vài tháng sau, chúng đã lan sang 6 bệnh viện khác ở Nhật Bản. Vậy là, vi khuẩn lại bắt đầu chiến thắng trong cuộc đấu: chỉ riêng trong các bệnh viện ở Mỹ, khoảng 14.000 người chết mỗi năm vì các bệnh truyền nhiễm mà họ mắc phải. Như James Surowiecki đã viết trên tờ New Yorker, nếu được lựa chọn giữa phát triển các loại kháng sinh mà con người sẽ uống mỗi ngày trong hai tuần và các loại thuốc chống trầm cảm mà con người phải uống mỗi ngày cho đến hết đời, các hãng dược phẩm tất nhiên sẽ chọn loại thứ hai. Mặc dù một số ít loại kháng sinh đã được tăng cường đôi chút, ngành công nghiệp dược phẩm không đem lại cho chúng ta loại kháng sinh nào thật sự mới kể từ thập niên 1970.

Sự bất cẩn của chúng ta còn đáng báo động hơn từ khi người ta phát hiện nhiều căn bệnh có thể bắt nguồn từ vi khuẩn. Quá trình nghiên cứu bắt đầu từ năm 1983 khi Barry Marshall, một bác sĩ ở Perth, miền tây Australia, phát hiện nhiều trường hợp viêm loét và ung thư dạ dày đều do một loài vi khuẩn có tên *helicobacter pylori* gây ra. Dù các phát hiện của ông rất dễ kiểm chứng, nhưng

ý tưởng mà ông đưa ra mới mẻ đến mức phải sau một thập kỷ mới được chấp nhận rộng rãi. Đơn cử Viện Sức khỏe Quốc gia Hoa Kỳ không ủng hộ ý tưởng này cho đến tận năm 1994. "Hàng trăm, thậm chí hàng nghìn người đã chết vì viêm loét dạ dày trong khi họ không đáng phải chết," Marshall trả lời một phóng viên của tạp chí *Forbes* vào năm 1999.

Kể từ đó, các nghiên cứu sâu hơn đã chỉ ra vi khuẩn có hoặc có thể tham dự mọi loại rối loạn khác – bệnh tim, hen suyễn, viêm khớp, chứng đa xơ cứng, một vài loại rối loạn tâm thần, nhiều loại ung thư, thậm chí người ta đã đề cập (ngay trên tạp chí *Science*) về mối liên quan của chúng với bệnh béo phì. Sẽ đến một ngày không xa, khi chúng ta khẩn thiết cần một loại kháng sinh hiệu quả mà không có.

Bạn sẽ cảm thấy nhẹ nhõm hơn nếu biết bản thân vi khuẩn cũng có thể bị ốm. Đôi khi chúng bị nhiễm thực khuẩn, một loại virus. Virus là một sinh vật kỳ lạ không mấy đáng yêu. Theo nhận xét của Peter Medawar, nhà khoa học đạt giải Nobel, chúng là "một mẩu axít nuclêic vây quanh bởi những tin xấu". Nhỏ hơn và đơn giản hơn vi khuẩn, bản thân virus không thật sự sống. Khi bị tách riêng chúng im lìm và vô hại. Nhưng khi gặp vật chủ thích hợp, cuộc đời bận rộn của chúng mới bùng phát. Khoảng 5.000 loại virus đã được phát hiện, trong số đó nhiều loại khiến chúng ta khổ sở với hàng trăm thứ bệnh, từ cúm, cảm lạnh thông thường, tới những bệnh nguy hại cho sức khỏe con người như đậu mùa, bệnh dại, sốt vàng da, Ebola, bại liệt và AIDS.

Virus phát triển nhờ tấn công vào vật chất di truyền của một tế bào sống, sử dụng nó để sinh ra nhiều virus hơn. Chúng sinh sản điên cuồng, sau đó tỏa ra tìm kiếm thêm các tế bào khác để xâm nhập. Vốn không thật sự là sinh vật sống, chúng có cấu trúc rất đơn giản. Nhiều virus, kể cả HIV, chỉ có 10 gen hoặc ít hơn, trong khi ngay cả các vi khuẩn đơn giản nhất cũng có tới vài nghìn. Chúng rất nhỏ, cực nhỏ để nhìn thấy được bằng các loại kính hiển vi truyền thống. Mãi cho tới năm 1943, khi kính hiển vi điện tử được phát minh, giới khoa học mới nhìn thấy chúng lần đầu. Thế nhưng, chúng lại có sức tàn phá khổng lồ. Trong thế kỷ XX, chỉ riêng bệnh đậu mùa đã giết chết khoảng 300 triệu người.

Chúng còn có một năng lực đáng sợ là tấn công thế giới dưới một vài kiểu mới, gây kinh ngạc và rồi biến mất nhanh như khi xuất hiện. Năm 1916, một loại virus đã khiến người dân ở châu Âu và Mỹ mắc phải một chứng bệnh ngủ kỳ lạ, được biết đến là bệnh viêm não hôn mê. Các nạn nhân sẽ đi ngủ và không bao giờ tỉnh

lại. Họ vẫn có thể bị đánh thức để ăn hoặc đi vệ sinh và vẫn trả lời các câu hỏi một cách hợp lý – họ biết mình là ai và đang ở đâu – dù theo một cách rất thờ ơ. Tuy vậy, khi được đi ngủ tiếp, họ sẽ lại chìm vào giấc ngủ sâu và duy trì trạng thái này chừng nào chưa bị đánh thức. Một số người trải qua tình trạng này vài tháng trước khi chết. Chỉ một số ít sống sót và phục hồi tinh thần. Họ tồn tại trong một trạng thái cực kỳ lãnh đạm, "giống như những ngọn núi lửa đã tắt", theo cách so sánh của một bác sĩ. Trong 10 năm, căn bệnh này đã giết chết năm triệu người và sau đó lặng lẽ biến mất. Nó không được chú ý lâu bởi cùng thời điểm đó, một đại dịch tồi tệ hơn – thực chất là tồi tệ nhất trong lịch sử – đã tràn qua thế giới.

Đó là đại dịch cúm heo, hoặc đôi khi được gọi là đại dịch cúm Tây Ban Nha, nhưng dù gọi thế nào, đây cũng là một một đại dịch kinh hoàng nhất. Thế chiến I giết chết 21 triệu người trong vòng bốn năm; trận đại dịch này cũng gây ra điều tương tự trong vòng bốn tháng đầu tiên. Gần 80% lính Mỹ tử vong trong Thế chiến I không phải do súng đạn của kẻ thù mà do cúm. Tại một số đơn vị, tỷ lệ tử vong lên đến 80%. Trận dịch này bắt đầu như một dịch cúm bình thường vào mùa xuân năm 1918, nhưng bằng cách nào đó, sau một vài tháng vì những nguyên nhân không ai rõ, nó biến chứng thành một dạng nghiêm trọng hơn. Một phần năm số nạn nhân chỉ có các triệu chứng nhẹ, trong khi những người còn lại ốm rất nặng và nhiều người tử vong. Một số người đầu hàng sau vài giờ; những người khác trụ được trong vài ngày.

Ở Hoa Kỳ, những trường hợp tử vong đầu tiên được ghi nhận là các thủy thủ cảng Boston vào cuối tháng Tám năm 1918, nhưng trận đại dịch nhanh chóng lan ra khắp nước. Trường học và những điểm vui chơi công cộng đã phải đóng cửa, người dân khắp nơi đều phải đeo mặt nạ. Tuy nhiên, những biện pháp đó không mấy tác dụng. Giữa mùa thu năm 1918 và mùa xuân năm sau, chỉ riêng ở Hoa Kỳ đã có 548.452 người thiệt mạng vì cúm. Con số tử vong ở Anh là 220.000, bằng với Pháp và Đức. Không ai biết tổng số tử vong trên toàn cầu, vì các con số thống kê ở các nước thuộc thế giới thứ ba thường rất sai lệch, song nó không dưới 20 triệu và nhiều khả năng là 50 triệu. Một số ước tính thậm chí còn đẩy con số này lên đến 100 triệu.

Trong nỗ lực chế ra vắc-xin, giới chức y tế đã tiến hành thí nghiệm trên các tình nguyện viên trong một nhà tù quân đội đặt trên đảo Deer, thuộc khu vực cảng Boston. Các tù nhân được hứa trả tự do nếu sống sót qua một loạt thử nghiệm. Các thử nghiệm này hết sức nghiêm ngặt. Trước hết, họ bị tiêm các mô phổi của

người chết, sau đó xịt hơi nước nhiễm khuẩn vào mắt, mũi và miệng. Nếu những người đó vẫn chưa chịu thua, người ta sẽ dùng dịch tiết lấy trực tiếp từ những người chết và sắp chết bôi vào họng của họ. Nếu vẫn không hề hấn gì, họ sẽ bị yêu cầu ngồi há miệng trong khi một bệnh nhân sắp chết được dựng dậy nhẹ nhàng và ho thẳng vào mặt họ.

Không ngờ, trước sự ngỡ ngàng của mọi người, 300 tù nhân đã xung phong trong khi các bác sĩ chỉ cần 62 người tham gia thí nghiệm. Không ai nhiễm cúm – không một ai. Người duy nhất bị nhiễm là một bác sĩ của nhà tù, và ông qua đời rất nhanh. Lời giải thích khả dĩ là đại dịch đã đi qua nhà tù một vài tuần trước đó, và tất cả các tình nguyện viên đã sống sót sau lần viếng thăm đó, vì thế họ miễn dịch một cách tự nhiên. Người ta biết rất ít về đại dịch cúm năm 1918, trong đó có những vấn đề vẫn hoàn toàn bí ẩn. Một điều kỳ bí là bằng cách nào nó đã nổ ra bất ngờ ở khắp nơi, cả những vùng bị ngăn cách bởi biển sâu, núi cao và các trở ngại khác trên mặt đất. Một con virus không thể tồn tại được hơn một vài giờ sau khi ra khỏi vật chủ, vậy làm sao nó có thể xuất hiện ở Madrid, Bombay và Philadelphia trong cùng một tuần?

Có lẽ câu trả lời là quá trình ủ bệnh và lây lan qua những người chỉ có triệu chứng nhẹ hay hoàn toàn không có triệu chứng gì. Ngay trong các trận dịch bình thường, khoảng 10% số người ở bất cứ khu vực dân cư nào bị cúm cũng không hề biết điều đó, vì họ không thấy bất cứ cảm giác ốm đau nào. Vì vẫn đi lại tự do, nên họ có xu hướng trở thành tác nhân lớn làm lây lan dịch bệnh.

Điều này có thể lý giải cho sự xuất hiện rộng khắp của đại dịch 1918, nhưng vẫn không thể lý giải bằng cách nào nó có thể thu mình trong một vài tháng trước khi bùng phát dữ dội trong khoảng thời gian xấp xỉ như nhau ở khắp nơi. Bí ẩn hơn nữa là nạn nhân chính của trận đại dịch này là những người đang tuổi tráng kiện. Thông thường, những người dễ mắc cúm nhất là trẻ sơ sinh và người già, trong khi số người tử vong trong trận đại dịch 1918 chủ yếu ở độ tuổi 20-30. Người già có thể có lợi thế do đã hình thành sức đề kháng sau khi gặp phải cùng một chủng virus trước đó trong đời, nhưng tại sao các bé nhỏ tuổi lại không trở thành nạn nhân chính vẫn là một câu hỏi không lời đáp. Bí mật lớn nhất là tại sao dịch cúm 1918 có thể gây chết người hàng loạt, trong khi đa số các trận cúm thì không? Đến nay, chúng ta vẫn chưa có câu trả lời.

Thỉnh thoảng, một số chủng virus nhất định sẽ trở lại. Một loại virus khó chịu bắt nguồn từ Nga có tên là H1N1 đã gây ra trận

dịch nghiêm trọng trên diện rộng vào năm 1933, sau đó là trong thập niên 1950 và một lần nữa là thập niên 1970. Giữa các mốc thời gian đó, chúng biến đi đâu thì không ai biết chắc. Có ý kiến cho rằng, các virus ẩn nấp và tránh mọi sự chú ý trong các quần thể động vật hoang dã trước khi ra tay với một thế hệ con người mới. Không ai có thể loại trừ khả năng đại dịch cúm heo sẽ hoành hành một lần nữa.

Nếu nó không trở lại, thì vẫn còn nhiều dịch bệnh khác. Các loại virus đáng sợ liên tục xuất hiện. Ebola, sốt Lassa và Marburg đều có xu hướng bùng phát và biến mất mà không ai biết liệu chúng có đang lặng lẽ biến đổi ở một nơi nào đó, hoặc đơn giản là đợi thời cơ thích hợp để trở lại theo cách của một thảm họa hay không. Giờ đây, rõ ràng chúng ta đã phải sống chung với AIDS lâu hơn nhiều so với dự đoán của bất cứ ai. Các nhà nghiên cứu tại Bệnh viện Hoàng gia Manchester phát hiện ra một thủy thủ chết vì những nguyên nhân bí ẩn, vô phương cứu chữa vào năm 1959 – thật ra đã mắc AIDS. Nhưng dù vì lí do gì, căn bệnh này đã không xuất hiện trong suốt 20 năm sau đó.

Điều kỳ diệu là các căn bệnh trên không lây lan. Sốt Lassa, được biết đến đầu tiên vào năm 1969 tại Tây Phi, đây là một bệnh cực kỳ nguy hiểm và chúng ta hiểu rất ít về nó. Năm 1969, một bác sĩ trong phòng thí nghiệm của Đại học Yale ở New Haven, Connecticut, khi đang nghiên cứu về sốt Lassa đã mắc bệnh này. Ông qua khỏi, nhưng đáng báo động là một kỹ thuật viên ở phòng thí nghiệm bên cạnh, dù không tiếp xúc trực tiếp với virus này, cũng mắc bệnh và chết.

May mắn thay, thảm kịch dừng lại ở đây, nhưng chúng ta không thể trông chờ rằng may mắn luôn xảy ra. Lối sống của chúng ta mời gọi các dịch bệnh. Du lịch bằng đường hàng không giúp đem các tác nhân truyền bệnh đi khắp hành tinh cực kỳ dễ dàng. Một con virus Ebola có thể bắt đầu một ngày ở Benin và kết thúc ngày đó ở New York, Hamburg, Nairobi hoặc cả ba. Điều này có nghĩa là giới chức y tế cần phải hiểu về rất nhiều chứng bệnh tồn tại ở khắp nơi; nhưng tất nhiên họ chưa làm được điều đó. Năm 1990, một người Nigeria sống ở Chicago bị sốt Lassa khi về thăm quê, nhưng không có triệu chứng gì khi trở lại Mỹ. Người này qua đời tại một bệnh viện ở Chicago mà không hề được chẩn đoán và cũng không ai áp dụng biện pháp an toàn khi chăm sóc anh ta, vì không hề biết rằng anh ta mắc một trong những chứng bệnh chết người và dễ lây lan nhất hành tinh. Kỳ diệu thay, không có thêm một ai nhiễm bệnh. Lần sau chúng ta có thể không may mắn đến thế.

Với lời nhắc nhở nghiêm túc đó, đã đến lúc chúng ta trở lại thế giới của những sinh vật nhìn thấy được.

21
Sự sống tiếp diễn

Trở thành hóa thạch thật không hề dễ dàng. Số phận của hơn 99,9% sinh vật sống là phân hủy để trở về hư vô. Khi về với đất, từng phân tử bạn sở hữu sẽ bị rỉa hoặc rửa trôi và thuộc về một hệ thống khác nào đó. Đó là cách thức mọi thứ xảy ra. Kể cả khi thuộc về một quần thể sinh vật nhỏ, xác suất để bạn không bị hủy hoại cũng chưa đầy 0,1%; nghĩa là cơ hội để bạn trở thành hóa thạch luôn rất thấp.

Để trở thành hóa thạch, một vài điều kiện cần thiết. Trước hết, bạn phải chết đúng chỗ. Chỉ khoảng 15% đá có thể bảo quản hóa thạch, do đó nếu về sau bạn nằm lại trên một bãi đá granit, sẽ chẳng gì hóa thạch. Thực tế, xác chết phải được chôn vùi trong trầm tích nơi nó có thể để lại dấu ấn, như một chiếc lá in hình lên lớp bùn ướt, hoặc phân hủy trong môi trường mà không có ôxy để các phân tử trong xương và các phần cứng khác (trong một số ít trường hợp là cả phần mềm) được thay thế bằng khoáng chất hòa tan, tạo ra một bản sao bằng đá. Khi đó, lớp trầm tích nơi hóa thạch nằm vẫn có thể bị ép, bẻ và đẩy một cách bất cẩn bởi các quá trình địa chất, nên hóa thạch phải đủ điều kiện để duy trì hình dáng có thể nhận dạng được theo một cách nào đó. Cuối cùng và trên hết, sau hàng chục thậm chí hàng trăm triệu năm ẩn nấp, nó phải được phát hiện và được xem là đáng gìn giữ.

Người ta cho rằng chỉ một trong một tỷ chiếc xương có cơ hội trở thành hóa thạch. Nếu vậy, có nghĩa là tất cả người Mỹ đang sống hôm nay – khoảng 270 triệu người, mỗi người có 206 chiếc xương – sẽ chỉ có khoảng 50 chiếc xương, bằng một phần tư một bộ xương hoàn chỉnh trở thành hóa thạch. Đó là chúng ta còn chưa tính tới việc liệu những chiếc xương này có thể thật sự được tìm thấy hay không. Nên nhớ chúng có thể bị chôn vùi ở bất cứ đâu trên một diện tích hơn 9,3 triệu kilômét vuông và chỉ một phần

nhỏ trong số đó có cơ hội được đào lên, ngoài ra khả năng chúng được xem xét kỹ lại càng nhỏ hơn. Vì thế, việc chúng được phát hiện là một điều kỳ diệu. Hóa thạch, xét về mọi khía cạnh, đều rất hiếm. Đa số các sinh vật từng sống trên Trái Đất không hề để lại gì. Người ta ước tính có chưa đầy 1/10.000 loài có hóa thạch. Bản thân điều này đã cho thấy một sự hiếm hoi kỳ diệu. Tuy nhiên, nếu bạn chấp nhận một con số ước lượng phổ biến rằng Trái Đất đã sản sinh ra 30 tỷ loài sinh vật trong suốt quá trình tồn tại, và tin vào con số mà Richard Leakey và Roger Lewin đưa ra trong cuốn *The Sixth Extinction* [tạm dịch: *Tuyệt chủng lần thứ sáu*], thì chỉ 250.000 loài sinh vật đã có bằng chứng hóa thạch, nghĩa là tỷ lệ hóa thạch chỉ còn 1/120.000. Dù thế nào, các hóa thạch mà chúng ta có được là những mẫu chính cho tất cả sự sống mà Trái Đất từng sinh ra.

Tất nhiên, đa số động vật trên đất liền tất nhiên không chết trong trầm tích. Chúng phơi thây ngoài trời và sẽ bị ăn thịt, hoặc bị bỏ mặc dầm mưa dãi nắng, rồi phân hủy để trở về hư vô. Do đó, bằng chứng hóa thạch dường như thiên vị các sinh vật biển một cách lộ liễu. Tới 95% các hóa thạch mà chúng ta phát hiện đều thuộc về các loài động vật dưới nước, nhất là các vùng biển nông.

Tôi đề cập đến tất cả những điều này để lý giải tại sao vào một ngày âm u, tôi đã tới Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên London để gặp một nhà cổ sinh vật học dễ gần, vui vẻ dù hơi luộm thuộm, đó là Richard Fortey.

Fortey vô cùng uyên bác. Ông là tác giả của cuốn sách tuyệt vời, mẫu mực *Life: An Unauthorised Biography* [tạm dịch: *Sự sống: Một tiểu sử khác thường*], trong đó mô tả toàn bộ cảnh tượng sáng tạo sống động. Song đam mê đầu tiên của ông là một loài thủy sinh gọi là bọ ba thùy, vốn tràn ngập trên biển vào kỷ Ordovic, nhưng không tồn tại được lâu trừ dưới dạng hóa thạch. Tất cả chúng đều có cấu trúc cơ thể gồm ba phần, hay ba thùy – đầu, đuôi, ngực – đó là nguyên nhân chúng được gọi như vậy. Fortey tìm thấy con bọ đầu tiên khi còn là một cậu bé leo trèo trên những tảng đá ở Vịnh St David. Từ đó, niềm đam mê này đã theo ông cho đến cuối đời.

Ông đưa tôi tới một phòng trưng bày có những tủ kim loại cao. Mỗi chiếc gồm những ngăn kéo nông, trong mỗi ngăn lại chứa đầy những con bọ ba thùy bằng đá – tổng cộng lên tới 20.000 mẫu vật.

“Có vẻ đây là một con số lớn,” ông nói, “nhưng anh phải nhớ rằng hàng triệu triệu bọ ba thùy đã từng sống suốt hàng triệu năm trên các đại dương cổ đại, vì thế hai vạn không thể là một con số lớn.

Đa số chúng lại chỉ là các mẫu vật khiếm khuyết. Tìm thấy một hóa thạch bọ ba thùy hoàn chỉnh vẫn còn là điều mà các nhà cổ sinh vật học trông ngóng."

Bọ ba thùy xuất hiện lần đầu – với cấu tạo đầy đủ, cứ như đến từ hư vô – khoảng 540 triệu năm trước, gần với thời điểm khởi đầu cuộc đại bùng nổ sự sống phức tạp, thường được gọi là vụ nổ kỷ Cambri, rồi biến mất cùng rất nhiều loài sinh vật khác trong cuộc đại tuyệt chủng Permi kỳ bí, diễn ra khoảng ba triệu thế kỷ sau đó. Cũng như mọi sinh vật đã tuyệt chủng, chúng có xu hướng bị quy kết là kẻ thất bại, thế nhưng thực ra chúng lại là loài thành công nhất từng sống. Chúng tồn tại trong 300 triệu năm – gấp đôi chặng đường của khủng long. Chúng trở thành những kẻ sống sót vĩ đại nhất trong lịch sử. Con người, như Fortey đã chỉ ra, đến nay mới chỉ tồn tại được một nửa của 1% khoảng thời gian đó.

Vì có nhiều thời gian, bọ ba thùy đã sinh trưởng vượt bậc. Đa số chúng vẫn giữ kích thước nhỏ như các loài bọ cánh cứng hiện tại, nhưng một số đã tăng kích thước lên bằng chiếc đĩa cứng. Tổng cộng chúng tạo ra ít nhất 5.000 chi và 60.000 loài – và những con số này không ngừng tăng lên. Mới đây, khi tham dự một hội thảo ở Nam Mỹ, một học giả đến từ một trường đại học cấp tỉnh nhỏ ở Argentina đã đến gặp Forteh. "Cô ấy có một cái hộp chứa đầy những điều thú vị – những con bọ ba thùy chưa ai từng nhìn thấy ở Nam Mỹ, hay đúng ra là ở bất cứ đâu, cùng rất nhiều thứ khác. Cô ấy không có công cụ để nghiên cứu, cũng không có tiền để tìm kiếm thêm. Vậy đấy, rất nhiều phần thế giới vẫn chưa được khám phá."

"Ông đang nói về bọ ba thùy?"

"Không, tôi nói về mọi thứ."

Trong suốt thế kỷ XIX, bọ ba thùy gần như là dạng sống sơ khai phức tạp duy nhất được biết đến và nhờ đó được cần mẫn thu thập và nghiên cứu. Điều bí mật về chúng là sự xuất hiện đột ngột. Fortey nói, cho tới nay, thật kinh ngạc khi bạn lần ngược thời gian theo các lớp đá và không tìm thấy dạng sống hữu hình nào, đột nhiên "một *profallotaspis* hay *elenellus* to bằng con cua bỗng xuất hiện." Những sinh vật này có các chi, mang, hệ thần kinh, ăng-ten thăm dò, "một bộ não đơn giản", theo lời Fortey, và đôi mắt kỳ lạ nhất từng thấy. Được cấu tạo từ canxi, chất liệu tạo ra đá vôi, chúng là những dạng sống hữu hình đầu tiên. Hơn thế nữa, những con bọ ba thùy đầu tiên không chỉ có một loài đơn độc mà lên tới hàng chục loài, và không chỉ xuất hiện ở một hai nơi

mà ở tất cả mọi nơi. Nhiều người ở thế kỷ XIX xem đây là chứng tích công việc của Chúa, giúp bác bỏ thuyết tiến hóa của Darwin. Họ đặt vấn đề nếu sự sống tiến hóa chậm chạp, Darwin sẽ giải thích ra sao về sự xuất hiện đột ngột của những sinh vật phức tạp có cấu trúc đầy đủ này. Sự thật là ông không thể giải thích.

Vì thế, mọi thứ cứ như vĩnh viễn không có lời đáp cho đến năm 1909. Ba tháng trước dịp kỷ niệm 50 năm ngày Darwin xuất bản cuốn *Nguồn gốc các loài*, nhà cổ sinh vật học Charles Doolittle Walcott đã có một phát hiện khác thường trên dãy Canadian Rockies.

Walcott sinh năm 1850, lớn lên ở Utica, New York, trong một gia đình có hoàn cảnh khiêm tốn và càng trở nên khiêm tốn sau cái chết của người cha, khi Charles mới lọt lòng. Thời thiếu niên, Walcott tự thấy mình có năng khiếu tìm kiếm hóa thạch, đặc biệt là bọ ba thùy, và đã xây dựng được một bộ sưu tập đủ xuất sắc để Louis Agassiz phải mua lại cho bảo tàng của ông ở Harvard với số tiền gần bằng một gia tài nhỏ – khoảng 45.000 bảng Anh theo thời giá ngày nay. Dù chưa bao giờ đi học trung học và chỉ tự mày mò làm quen với khoa học, Walcott đã trở thành một chuyên gia về bọ ba thùy, và là người đầu tiên khẳng định rằng chúng thuộc nhóm động vật chân đốt, bao gồm các loài côn trùng và giáp xác hiện đại.

Năm 1879, Walcott đảm nhận công việc của một nhà nghiên cứu hiện trường trong Ban Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ vốn mới được thành lập, ông trở nên nổi bật đến mức 15 năm sau, ông trở thành lãnh đạo của cơ quan này. Năm 1907, ông được bổ nhiệm làm thư ký Viện Smithsonian, nơi ông làm việc cho đến khi qua đời vào năm 1927. Dù làm rất nhiều việc hành chính, nhưng ông vẫn tiếp tục thực hiện nghiên cứu thực địa và viết lách rất hăng hái. “Sách của ông chất đầy một giá trong thư viện,” Fortey cho biết. Không phải ngẫu nhiên, ông cũng là giám đốc sáng lập của Ủy ban Cố vấn Hàng không Quốc gia, sau này trở thành Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Quốc gia, NASA. Vì thế, Walcott còn có thể được xem như một trong những người khai sinh ra kỷ nguyên vũ trụ.

Tuy nhiên, điều khiến ông được nhớ đến ngày nay là một phát hiện quan trọng nhưng may mắn ở British Columbia, nằm phía trên thị trấn Field nhỏ bé, vào cuối mùa hè năm 1909. Một giai thoại kể lại câu chuyện như sau. Năm đó, Walcott đang cùng vợ cưỡi ngựa men theo con đường mòn quanh núi, bỗng nhiên ngựa của vợ ông trượt phải một tảng đá xốp. Nhảy xuống để đỡ vợ, Walcott phát hiện con ngựa đã dẫm lên một tảng đá chứa xác hóa

thạch của một loài sinh vật cổ khác thường. Tuyết đang rơi – mùa đông đến sớm ở dãy Canadian Rockies – nên họ không nán lại lâu; nhưng năm sau, Walcott đã tận dụng cơ hội đầu tiên để trở lại đây. Lần theo con đường mà ông cho là nơi tảng đá đã vỡ ra, ông vượt 750ft lên tới gần đỉnh núi. Tại đây, ở độ cao gần 8.000ft so với mặt biển, ông tìm thấy một vùng đá phiến sét lộ thiên có chiều dài bằng một tòa nhà trong thành phố; nó chứa các mảng hóa thạch từ khi sự sống phức tạp bắt đầu bùng nổ rực rỡ – vụ nổ kỷ Cambri nổi tiếng. Do đó, có thể nói Walcott đã tìm thấy chén thánh của ngành cổ sinh vật học. Nơi đây về sau được gọi là Đá phiến sét Burgess, đặt theo tên của đỉnh núi nơi nó được phát hiện. Suốt một thời gian dài, nó cung cấp cho chúng ta "những hình ảnh duy nhất về sự khởi đầu của sự sống hiện đại một cách đầy đủ nhất," theo lời tác giả Stephen Jay Gould quá cố trong cuốn sách nổi tiếng *Wonderful Life* [tạm dịch: *Sự sống tuyệt vời*].

Gould, vốn cực kỳ cẩn thận, đã đọc nhật ký của Walcott đã phát hiện ra rằng câu chuyện về việc tìm thấy Đá phiến sét Burgess có phần được thêu dệt – Walcott không hề đề cập việc ngựa bị trượt chân hay tuyết rơi – nhưng không thể phủ nhận rằng đây là một phát hiện khác thường.

Có vẻ vô lý khi con người, vốn mới chỉ tồn tại trên Trái Đất trong một thời gian ngắn ngủi, có thể hình dung khoảng cách thời gian giữa chúng ta và vụ nổ kỷ Cambri. Nếu có thể quay trở về quá khứ với tốc độ một năm trên giây, bạn sẽ mất nửa giờ để trở lại đầu Công nguyên và hơn ba tuần để trở lại thời điểm khởi thủy của sự sống con người. Nhưng phải mất tới 20 năm bạn mới trở lại được buổi bình minh của kỷ Cambri. Nói tóm lại, thời điểm đó cách đây rất lâu, còn Trái Đất khi đó là một nơi rất khác.

Cần nhớ rằng 500 triệu năm trước, thậm chí hơn nữa, khi Đá phiến sét Burgess được hình thành, nó không nằm trên đỉnh núi mà ở dưới chân một ngọn núi khác. Cụ thể là nó nằm ở đáy biển nông phía dưới một mỏm đá rất dốc. Biển khi đó tràn ngập sự sống, chủ yếu là các loài động vật thân mềm không để lại dấu tích gì, vì chúng sẽ mục nát sau khi chết. Tuy nhiên, đến thời của Đá phiến sét Burgess, mỏm đá bị sập và các sinh vật bên dưới bị chôn vùi trong trận lở đất đá như những cánh hoa bị ép trong tập sách, nhờ đó hình dáng của chúng được bảo quản với mức độ chi tiết tuyệt vời.

Trong những chuyến công tác mùa hè từ năm 1910 tới năm 1925 (khi ông đã 75 tuổi), Walcott đã khai quật được hàng chục nghìn mẫu vật và đưa về Washington để nghiên cứu (Gould đưa ra con

số 80.000; trong khi các chuyên viên xác minh thông tin gần như không thể sai sót của tạp chí *National Geographic* đưa ra con số 60.000). Cả về số lượng và mức độ đa dạng, đây đều là một bộ sưu tập vô cùng lớn. Một số hóa thạch trên Đá phiến sét Burgess có vỏ trong khi các hóa thạch khác thì không. Một số sinh vật có mắt trong khi những sinh vật khác mù lòa. Tính đa dạng đạt mức cực kỳ cao khi người ta đếm được tới 140 loài. "Đá phiến sét Burgess cho thấy một mức độ không cân xứng trong cấu trúc giải phẫu không bao giờ lặp lại và không khớp với bất cứ các sinh vật biển hiện đại nào," Gould viết.

Không may, theo Gould, Walcott chưa nhận ra tầm quan trọng của những gì ông đã tìm thấy. "Giật lấy thất bại từ lưỡi hái của thần chiến thắng," Gould đã viết trong một tác phẩm khác, *Eight Little Piggies* [tạm dịch: *Tám chú heo con*], "Walcott sau đó đã diễn giải sai các hóa thạch hoàn hảo này ở mức độ tồi tệ nhất." Ông xếp chúng vào các nhóm hiện đại, biến chúng thành tổ tiên của các loài sâu, sứa và các sinh vật khác mà chúng ta vẫn thấy ngày nay, do đó không nhận ra sự khác biệt của chúng. "Theo cách lý giải như vậy," Gould thở dài, "sự sống bắt đầu với sự đơn giản nguyên thủy và di chuyển theo một hướng bất biến, có thể đoán trước: hướng tới cái nhiều hơn và tốt hơn."

Walcott qua đời năm 1927 và các hóa thạch Burgess gần như bị quên lãng. Suốt nửa thế kỷ, chúng bị khóa kín trong các ngăn tủ của Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên Hoa Kỳ ở Washington, hiếm khi được dùng đến và không bao giờ làm ai thắc mắc. Đến năm 1973, một nghiên cứu sinh từ Đại học Cambridge là Simon Conway Morris đã tới xem bộ sưu tập này. Anh kinh ngạc trước những gì được chứng kiến. Các hóa thạch đa dạng và hoàn hảo hơn rất nhiều so với những gì Walcott đã chỉ ra trong các bài viết của mình. Trong ngôn ngữ phân loại, nhóm đặc trưng cho các cấu trúc cơ thể sinh vật được gọi là ngành, và tại đây, Conway Morris kết luận, những cấu trúc giải phẫu cá biệt cho một ngành chất đầy trong các ngăn kéo – nhưng lại không được công nhận bởi chính người đã phát hiện chúng, thật đáng ngạc nhiên và khó lý giải.

Cùng với thầy hướng dẫn, Harry Whittington, và bạn mình là nghiên cứu sinh Derek Briggs, Conway Morris đã dành vài năm tiếp theo để khôi phục một cách có hệ thống toàn bộ bộ sưu tập, và tung ra hết chuyên khảo này đến chuyên khảo khác, phát hiện này nối tiếp phát hiện khác. Rất nhiều sinh vật có cấu trúc cơ thể không giống với bất cứ thứ gì người ta từng nhìn thấy, chúng dị thường một cách kỳ quái. Một sinh vật tên là opabinia có năm con mắt và một chiếc mõm giống như vòi phun với móng vuốt ở phía

cuối. Một sinh vật hình đĩa khác tên là *peytoia* trông thật hài hước vì nó giống một lát cắt ra từ trái dứa. Một loài khác chắc hẳn đã đi lại lảo đảo trên những hàng chân lênh khênh, lạ lùng, họ gọi nó là *hallucigenia*. Có rất nhiều điều kỳ diệu bị bỏ sót trong bộ sưu tập này đến mức có lần người ta đã nghe thấy Conway Morris chửi thề khi đang mở một ngăn kéo, "Chết tiệt! Không phải là một ngành mới."

Quá trình phục chế của nhóm các nhà khoa học người Anh đã chỉ ra rằng kỷ Cambri là thời kỳ không tiền khoáng hậu của những thử nghiệm và cải biến về cấu trúc cơ thể. Trong gần bốn tỷ năm, sự sống đã rong chơi mà không có bất cứ tham vọng nào nhằm trở nên phức tạp hơn, rồi bất chợt trong chỉ năm hay mười triệu năm, nó tạo ra tất cả những cấu trúc cơ bản vẫn được sử dụng cho đến ngày nay. Bất cứ sinh vật nào, từ một con tuyến trùng cho đến Cameron Diaz, đều sử dụng thứ cấu trúc được tạo ra lần đầu tiên trong bữa tiệc của kỷ Cambri.

Tuy nhiên, điều ngạc nhiên nhất là có quá nhiều cấu trúc cơ thể đã bị thiết kế sai, và vì thế chúng đã không để lại hậu duệ. Tổng cộng, theo Gould, ít nhất là 15 và có lẽ lên tới 20 mẫu trong Đá phiến sét Burgess không thuộc về ngành nào. (Con số này trong nhiều tài liệu lên tới khoảng 100 – vượt xa những gì các nhà khoa học Đại học Cambridge thật sự công bố.) "Lịch sử sự sống," Gould viết, "là câu chuyện về sự loại bỏ hàng loạt loài cùng sự khác biệt hóa các nguồn ít ỏi còn lại, chứ không đơn thuần là sự gia tăng một cách ổn định của các thuộc tính ưu việt, phức tạp và đa dạng." Sự thành công trong quá trình tiến hóa có vẻ giống như một tấm vé số.

Một sinh vật với bề ngoài giống giun, có tên là *pikaia gracilens*, đã tìm ra cách vượt qua. Được phát hiện có cột sống nguyên thủy, nó có thể là tổ tiên cổ nhất được biết đến của tất cả động vật có xương sống về sau, trong đó có con người. *Pikaia* không xuất hiện nhiều trong các hóa thạch Burgess, vì thế chỉ Chúa mới biết chúng đã gần sự tuyệt chủng đến mức nào. Gould, trong một phát ngôn nổi tiếng, không hề băn khoăn và chỉ xem sự thành công tuyến tính của con người là một may mắn: "Nếu cuốn phim sự sống được tua ngược lại những ngày đầu của Đá phiến sét Burgess và chạy lại một lần nữa từ cùng một điểm xuất phát, xác suất xuất hiện một loài giống như loài người thông minh, vốn đang nhấn nút tua ngược gần như sẽ bằng không."

Cuốn *Wonderful Life* của Gould ra đời năm 1989 trong sự tung hô của giới phê bình và thành công vang dội về mặt thương mại.

Điều ít người biết là nhiều nhà khoa học không hề đồng ý với kết luận của ông, và chẳng bao lâu điều này trở nên tồi tệ. Giờ đây, khi nhắc tới vụ nổ Cambri, người ta nghĩ nhiều tới những cơn giận dữ thời hiện đại hơn là các sự kiện sinh học cổ xưa.

Thực tế, ngày nay chúng ta biết rằng các sinh vật phức tạp tồn tại ít nhất 100 triệu năm trước kỷ Cambri. Chúng ta lẽ ra nên biết điều đó sớm hơn nhiều. Gần 40 năm sau phát hiện vĩ đại của Walcott ở Canada, ở bên kia bán cầu, một nhà địa chất trẻ người Australia, Reginald Sprigg, đã tìm thấy một thứ còn xa xưa và đáng chú ý hơn.

Năm 1946, khi đang là một nhà khoa học trẻ làm việc cho chính quyền Nam Australia, Sprigg được giao nhiệm vụ khảo sát những khu mỏ bỏ hoang ở Ediacaran Hills, thuộc dãy Flinders, cách Adelaide khoảng 500km. Dự định của cuộc khảo sát là tìm ra các hầm mỏ cũ có thể tái khai thác hiệu quả nhờ sử dụng công nghệ mới, vì thế ông không chủ tâm nghiên cứu các loại đá trên bề mặt, và càng không chủ tâm nghiên cứu hóa thạch. Một ngày nọ khi đang ăn trưa, Sprigg lơ đãng lật một mẩu sa thạch lên và ngạc nhiên khi thấy bề mặt viên đá đặc kín các hóa thạch hết sức tinh tế, trông giống dấu ấn mà những chiếc lá để lại trên bùn. Chúng có niên đại trước vụ nổ Cambri và ông đang nhìn thấy buổi bình minh của sự sống hữu hình.

Sprigg gửi một bài viết cho tạp chí Nature nhưng bị từ chối. Dù vậy, ông đã đọc nó tại phiên họp thường niên của Hội vì Sự tiến bộ Khoa học của Australia và New Zealand, nhưng lại không nhận được sự ủng hộ của vị đứng đầu Hội. Vị này cho rằng các vết hằn Ediacaran chỉ đơn thuần là những dấu hiệu vô cơ ngẫu nhiên – do gió, mưa hoặc thủy triều chứ không phải các sinh vật sống tạo ra. Niềm hy vọng của ông chưa hoàn toàn bị dập tắt, năm 1948, Sprigg tới London và trình bày những phát hiện của mình với Hội nghị Địa chất Quốc tế, nhưng vẫn không thể giành được niềm tin hay sự quan tâm. Cuối cùng, lựa chọn một địa chỉ công bố tốt hơn, ông đã đăng tải nghiên cứu của mình trên *Kỷ yếu của Hội Hoàng gia Nam Australia*. Sau đó, ông ngừng làm việc cho chính quyền và bắt đầu nghiên cứu về dầu mỏ.

Chín năm sau, năm 1957, cậu học sinh trung học, John Mason, trong lúc đi dạo trong rừng Charnwood ở miền Trung nước Anh đã tìm thấy một tảng đá với một hóa thạch kì lạ bên trên, tương tự một con bút biển hiện đại và giống hệt một trong các mẫu vật mà Sprigg đã phát hiện và tìm cách công bố. Cậu học sinh trung học trao nó cho một nhà cổ sinh vật học thuộc Đại học Leicester,

người này lập tức nhận ra nó có niên đại thuộc thời kỳ Tiền Cambri. Cậu bé được đăng hình trong các bài báo và được tung hô như một anh hùng thiếu niên; ngày nay, hình ảnh của Mason vẫn xuất hiện trong nhiều cuốn sách. Mẫu vật này được vinh dự đặt tên là *charnia masoni*.

Ngày nay, bạn có thể chiêm ngưỡng một vài mẫu vật nguyên bản của Sprigg, cùng hàng trăm mẫu khác đã được tìm thấy trên khắp dãy Flinders kể từ đó, trong một tủ kính đặt tại một căn phòng kiên cố và xinh đẹp trên lầu Bảo tàng Nam Australia, Adelaide, song chúng không thu hút được nhiều sự chú ý. Những vết hằn trên đá khá mờ và không hề làm những cặp mắt không chuyên chú ý. Chúng chủ yếu là những dấu vết nhỏ, tròn và đôi khi là hình dải băng mờ nhạt. Fortey đã gọi chúng là "các nhuyễn thể kỳ quặc".

Vẫn có rất ít sự đồng thuận xung quanh vấn đề các sinh vật này là gì và chúng từng sống ra sao. Theo những gì chúng ta biết, chúng không có miệng hay hậu môn để nạp vào, thải ra cũng như không có nội tạng để xử lý thức ăn. "Khi còn sống", Fortey nói, "có lẽ đa phần chúng nằm trên mặt nước hoặc dưới đáy biển đầy cát giống như những con cá mình dẹt không có cấu trúc và tri giác." Khi phát triển nhất, chúng cũng không phức tạp hơn loài sứa. Mọi sinh vật Ediacaran đều có hai lá phôi bì, nghĩa là chúng có cấu tạo là hai lớp mô. Trừ sứa, tất cả các loài động vật ngày nay đều có ba lá phôi bì.

Một số chuyên gia cho rằng chúng không phải là động vật, mà giống thực vật hoặc nấm hơn. Sự khác biệt giữa thực vật và động vật cho đến nay vẫn chưa rõ ràng. Loài bọt biển hiện đại đã dành cả cuộc đời neo vào một điểm duy nhất, chúng không có mắt, não hay trái tim, nhưng vẫn là động vật. "Khi chúng ta trở lại thời kỳ Tiền Cambri, sự khác biệt giữa động vật và thực vật có lẽ còn ít rõ ràng hơn nữa," Fortey nói. "Không có quy tắc nào nói rằng bạn phải thuộc giới này hay giới kia một cách rõ ràng." Người ta cũng không đồng ý rằng các sinh vật Ediacaran xét về bất cứ khía cạnh nào có thể là tổ tiên của bất cứ loài vật nào đang sống hiện nay (có lẽ trừ một vài loài sứa). Nhiều người xem chúng như một dạng thí nghiệm thất bại, một sự chuyển dịch bất thành sang trạng thái phức tạp. Nguyên nhân có lẽ là các sinh vật Ediacaran chậm chạp bị lấn át và hủy diệt bởi các loài động vật phức tạp và khéo léo hơn ở kỷ Cambri. "Không có sinh vật nào ngày nay gần giống như thế," Fortey viết. "Rất khó để xem chúng là tổ tiên của bất cứ loài nào."

Có lẽ xét đến cùng thì chúng cũng không quá quan trọng đối với

quá trình phát triển sự sống trên Trái Đất. Nhiều học giả tin rằng đã xảy ra một cuộc đại tuyệt chủng hàng loạt ở ranh giới giữa hai thời kỳ Tiền Cambri và Cambri, đồng thời mọi sinh vật Ediacaran (có thể trừ loài sứa) đã thất bại trong việc chuyển sang giai đoạn tiếp theo. Nói cách khác, kỷ nguyên của sự sống phức tạp bắt đầu từ vụ nổ Cambri. Dù sao đây cũng là cách nhìn nhận của Gould.

Về phần các hóa thạch Đá phiến sét Burgess đã được phục chế, gần như người ta lập tức hoài nghi những lời diễn giải về chúng và nhất là cách Gould diễn giải những lời diễn giải đó. "Ban đầu, có một số nhà khoa học hoài nghi các lý lẽ mà Gould đưa ra, dù họ rất ngưỡng mộ cách thức ông trình bày," Fortey viết trong cuốn *Life* [tạm dịch: *Sự sống*]. Đây chỉ là một cách nói tránh.

"Giá mà Gould có thể nghĩ tường minh như cách ông ấy viết!" học giả ở Oxford, Richard Dawkins, đã thốt lên khi đọc ngay từ những dòng đầu tiên trong bài phê bình cuốn *Wonderful Life* đăng trên tờ *Sunday Telegraph*. Thừa nhận là cuốn sách thuộc loại "không thể đặt xuống", một kiệt tác đúng nghĩa, nhưng Dawkins lên án Gould vì đã diễn giải sự thật theo lối khoa trương và gần như thiếu trung thực khi nói việc phục chế Đá phiến sét Burgess đã khiến cộng đồng cổ sinh vật học choáng váng. "Quan điểm mà ông ta đang phản đối – sự tiến hóa đi theo hướng không đổi về phía đỉnh cao là con người – vốn sẵn không hề được ủng hộ trong suốt 50 năm," Dawkins giận dữ nói.

Sự tinh tế của nhiều nhà phê bình đã không còn trong trường hợp này. Một người, trong mục phê bình sách của tờ *New York Times* đã nhận định rằng, "nhờ cuốn sách của Gould, các nhà khoa học đã vứt bỏ được những định kiến vốn chưa từng bị xem xét suốt nhiều thế hệ. Dù miễn cưỡng hay nhiệt tình, họ đang dần chấp nhận ý tưởng con người là một sự tình cờ của tạo hóa hơn là sản phẩm của một sự phát triển tuần tự."

Nhưng cơn giận dữ nhằm vào Gould là do nhiều kết luận của ông đơn thuần mang tính hiểu lầm hoặc phóng đại một cách cẩu thả. Trong một bài báo của tạp chí *Evolution*, Dawkins đã phản bác quan điểm của Gould cho rằng "sự tiến hóa ở kỷ Cambri là một quá trình khác với ngày nay", và tỏ ra tức giận vì Gould liên tục nói "kỷ Cambri là một giai đoạn của những 'thí nghiệm' mang tính cách mạng, của những phép 'thử và sai' mang tính cách mạng, những 'khởi đầu sai' mang tính cách mạng… Đó là một thời điểm tốt khi 'tất cả những cấu trúc cơ thể cơ bản' được tạo ra. Ngày nay, tiến hóa chỉ đơn thuần là sự chắp vá trên cơ sở những cấu trúc cơ thể cổ đại. Ở kỷ Cambri, chúng ta có những ngành và

lớp mới xuất hiện. Ngày nay, chúng ta chỉ có các loài mới!"

Nhấn mạnh vào tần suất Gould đưa ra nhận định về việc không có các cấu trúc cơ thể mới, Dawkins nói: "Cũng như một người làm vườn nhìn một cây sồi và nhận xét đầy băn khoăn: 'Thật lạ lùng khi đã nhiều năm nay không có những nhánh lớn xuất hiện trên thân cây!' Ngày nay, tất cả sự phát triển dường như chỉ xảy ra ở cấp độ cành."

"Đó là một thời điểm kì lạ," Fortey nhắc lại, "đặc biệt nếu bạn nhớ rằng chúng ta đang nói về những gì xảy ra cách đây 500 triệu năm, thế mà nỗi xúc động vẫn dâng trào. Tôi từng nói đùa trong một cuốn sách của mình rằng chắc cần phải đội mũ bảo hiểm khi viết về kỷ Cambri, nhưng thú thực tôi có phần cảm thấy như vậy thật."

Phản ứng lạ lùng nhất đến từ một trong số những anh hùng của cuốn *Wonderful Life*, Simon Conway Morris. Ông khiến cộng đồng cổ sinh vật học kinh ngạc khi thẳng thừng phản bác Gould trong cuốn *The Crucible of Creation* [tạm dịch: *Lò nung của Sáng tạo*]. "Tôi chưa bao giờ thấy thất vọng đến vậy trước một cuốn sách do một nhà khoa học viết ra," về sau Fortey viết về việc này như vậy. "Những độc giả thông thường của *The Crucible of Creation*, nếu không am hiểu, sẽ không thể nhận thấy rằng quan điểm của tác giả đã từng gần (nếu không muốn nói là giống) với Gould."

Khi tôi thắc mắc với Fortey về điều này, ông nói: "Ồ, điều này thật lạ lùng, đúng hơn là đáng kinh ngạc, bởi Gould đã tôn chân dung của Simon một cách quá tâng bốc. Tôi chỉ có thể đoán rằng ông ấy cảm thấy xấu mặt. Bạn biết đấy, khoa học thì thay đổi nhưng các cuốn sách thì còn mãi, và Simon có thể đã hối tiếc vì mối liên hệ không thể sửa chữa với một quan điểm mà ngày nay chính ông cũng không còn ủng hộ. Nếu chỉ đọc sách của Simon, bạn sẽ không thể biết rằng quan điểm của ông ấy từng gần như giống hệt với Gould."

Điều xảy ra tiếp theo là các hóa thạch đầu kỷ Cambri bắt đầu được đánh giá lại một cách đầy nghiêm khắc. Fortey và Derek Briggs – một trong những nhân vật quan trọng khác trong cuốn sách của Gould – đã sử dụng phương pháp miêu tả theo nhánh để so sánh rất nhiều hóa thạch Burgess khác nhau. Nói đơn giản, miêu tả theo nhánh là sắp xếp các cơ thể sống dựa trên những điểm chung. Fortey lấy ví dụ về ý tưởng so sánh giữa chuột chù và voi. Nếu nghĩ tới kích thước to lớn và cặp ngà nổi bật của một con voi, bạn sẽ thấy nó có rất ít điểm chung với một con chuột bé nhỏ.

Nhưng nếu so sánh cả hai với một con thằn lằn, bạn sẽ thấy rằng cấu trúc cơ thể của chúng khá tương đồng. Về cơ bản, Fortey muốn nói rằng Gould đã nhìn thấy những con voi và chuột chù, trong khi ông và Briggs lại nhìn thấy những loài động vật có vú. Họ cho rằng các sinh vật Burgess không quá đa dạng và lạ lùng như ấn tượng ban đầu. "Thường thì chúng cũng không lạ lùng hơn bọ ba thùy," Fortey nói. "Chỉ đơn giản là chúng ta đã có khoảng một thế kỷ để làm quen với bọ ba thùy. Anh biết đó, sự quen thuộc sinh ra sự thân thuộc."

Tôi xin lưu ý, đây không phải là kết quả của sự luộm thuộm hay thiếu chú ý. Diễn giải các dạng động vật cổ đại và mối quan hệ giữa chúng dựa trên các chứng cứ rời rạc và bị bóp méo chắc chắn là một công việc khó khăn. Edward O. Wilson đã nhận xét rằng nếu bạn chọn một số loài côn trùng hiện đại và trình bày chúng như những hóa thạch Burgess, không có ai có thể đoán rằng chúng đều thuộc cùng một ngành, bởi cấu trúc cơ thể quá khác nhau. Góp phần quan trọng vào sự điều chỉnh này còn phải kể đến việc phát hiện ra hai di chỉ Cambri cổ hơn, một ở Greenland và một ở Trung Quốc, cùng một số phát hiện riêng lẻ, trong đó có những phát hiện đem lại thêm nhiều mẫu vật với chất lượng đa phần là tốt hơn.

Điểm mấu chốt là cuối cùng người ta nhận thấy rằng các hóa thạch Burgess cũng không quá lạ lùng. *Hallucigenia* hóa ra đã bị phục chế ngược. Bộ chân lênh khênh của nó thực ra chỉ là những chiếc gai mọc trên lưng. *Peytoia*, sinh vật kỳ quái trông giống một lát dứa, hóa ra không phải là một sinh vật độc lập, mà là bộ phận của một sinh vật lớn hơn có tên là *anomalocaris*. Rất nhiều mẫu vật Burgess ngày nay đã được xếp vào các ngành vẫn đang tồn tại – giống hệt cách xếp đặt ban đầu của Walcott. *Hallucigenia* và một số khác được xem là gần với onychophora, một nhóm động vật giống sâu bướm. Một số khác được xem như tổ tiên của các loài giun đốt hiện đại. Fortey nói, "thực tế có tương đối ít loài sinh vật Cambri hoàn toàn xa lạ. Thông thường chúng chỉ là khởi nguồn thú vị của một số kiểu sinh vật mà chúng ta đều biết rõ." Ông đã viết trong *Life*: "Không có gì lạ kì như một con hàu ngày nay hoặc dị thường như một con mối chúa."

Dường như các mẫu vật thu được từ Đá phiến sét Burgess hóa ra lại không mấy kỳ diệu. Song như Fortey đã viết, điều này không làm chúng "bớt thú vị hay kỳ lạ, mà chỉ dễ giải thích hơn." Cấu trúc cơ thể kỳ quặc của chúng chẳng khác nào tâm trạng phấn khích của tuổi trẻ – về mặt tiến hóa, nó giống như kiểu để đầu đinh hay đeo khuyên lưỡi. Cuối cùng, các dạng sinh vật sẽ tiến tới

ổn định và điểm đạm ở tuổi trung niên.

Nhưng vẫn còn câu hỏi rằng tất cả các loài động vật này từ đâu đến – vì sao chúng đột nhiên xuất hiện từ hư vô?

Hoá ra vụ nổ Cambri không đến mức tưng bừng như chúng ta vẫn nghĩ. Ngày nay, người ta tin rằng các sinh vật Cambri có thể đã ở đó từ lâu, nhưng chúng quá nhỏ để nhìn thấy được. Một lần nữa, manh mối đến từ bọ ba thùy – đặc biệt là sự xuất hiện có vẻ huyền bí của các loài bọ ba thùy khác nhau ở những địa điểm phân tán khắp thế giới trong gần như cùng một thời điểm. Mới nhìn, sự xuất hiện đột ngột của rất nhiều sinh vật có cấu tạo đầy đủ nhưng rất khác biệt có vẻ tôn thêm sự kỳ diệu của vụ nổ vĩ đại đầu kỷ Cambri, song thật ra là hoàn toàn ngược lại. Nếu đây là cuộc bùng nổ của duy nhất một sinh vật hoàn thiện như bọ ba thùy, sẽ thật sự là một điều kỳ diệu, còn việc có rất nhiều loài vừa khác biệt lại vừa liên quan với nhau xuất hiện dưới dạng hóa thạch, đồng thời lại ở những nơi cách xa nhau như Trung Quốc và New York, rõ ràng cho thấy chúng ta đã bỏ lỡ một phần lịch sử quan trọng của chúng. Không có lý giải nào thuyết phục hơn sự thật đơn giản là chúng hẳn phải có tổ tiên – các loài động vật tiền bối đã bắt đầu hành trình từ một thời điểm sớm hơn rất nhiều.

Chúng ta vẫn chưa tìm thấy các loài sinh vật tiền bối này là vì chúng quá nhỏ để có thể được bảo quản. Fortey nói: "Tính phức tạp và vận hành hoàn hảo không nhất định đòi hỏi những cơ thể lớn. Đại dương ngày nay đầy rẫy những động vật chân đốt chưa từng để lại bất cứ hóa thạch nào." Ông dẫn chứng những sinh vật thân giáp nhỏ bé với số lượng lên đến hàng nghìn tỷ trên các đại dương hiện đại và quần tụ thành những bầy đủ lớn để biến nước của một vùng rộng lớn từ màu xanh thành màu đen. Tuy nhiên, tất cả hiểu biết của chúng ta về tổ tiên của chúng đều từ một mẫu vật duy nhất được phát hiện trong cơ thể của một con cá hóa thạch cổ đại.

"Vụ nổ Cambri, nếu đây là từ ngữ chính xác, nên được hiểu dưới góc độ là sự gia tăng về kích thước hơn là sự xuất hiện đột ngột của những kiểu cơ thể mới," Fortey nói. "Có lẽ nó đã xảy ra rất nhanh, vì thế có thể xem nó là một vụ nổ theo ý nghĩa này." Điều ông muốn nói là cũng giống việc các loài động vật có vú ẩn mình chờ thời trong suốt 100 triệu năm cho tới khi khủng long tuyệt chủng để sau đó đột nhiên bùng nổ mạnh mẽ trên toàn cầu, thì có thể các loài chân đốt và động vật ba lá phôi bì khác cũng đã chờ đợi trong sự bé nhỏ, vô danh khi các sinh vật Ediacaran đang ở thời cực thịnh. Fortey nói: "Chúng ta biết động vật có vú đã gia

tăng kích thước đáng kể sau khi khủng long tuyệt chủng – nghe có vẻ nhanh nhưng chúng ta đang nói về những khoảng thời gian hàng triệu năm."

Cuối cùng, Reginald Sprigg đã tình cờ đòi được món nợ quá hạn. Một trong những chi đầu tiên và quan trọng nhất, *spriggina*, cùng một số loài khác được vinh dự đặt theo tên ông; còn các mẫu vật mà ông phát hiện được gọi chung là động vật Ediacaran theo tên vùng núi nơi ông tìm kiếm. Tuy vậy, những ngày săn tìm hóa thạch của Sprigg khi đó đã chỉ còn là dĩ vãng. Sau khi giã từ ngành địa chất, ông lập một công ty dầu mỏ thành công, và sau khi nghỉ hưu, ông sống tại một dinh thự bên dãy Flinders thân thương, nơi ông xây dựng một khu bảo tồn động vật hoang dã. Năm 1994, ông qua đời trong sự giàu có.

22

Lời từ biệt dành cho tất cả

Khi chúng ta xem xét từ góc nhìn của con người, và rõ ràng sẽ thật khó khăn cho chúng ta nếu không làm như thế, sự sống là một điều kỳ lạ. Nó nóng lòng mong đợi sự khởi đầu, nhưng một khi đã khởi đầu thì dường như nó lại không hề vội vàng tiến lên.

Hãy nghĩ về các loài địa y. Chúng có lẽ là những sinh vật hữu hình táo bạo nhất Trái Đất, nhưng cũng là một trong những loài ít tham vọng nhất. Chúng có thể vui vẻ mọc trên một góc nhà thờ đầy nắng, nhưng lại đặc biệt ưa thích những môi trường mà các loài sinh vật khác sẽ chẳng bao giờ đặt chân tới – những đỉnh núi lộng gió và trên những đống rác ở Bắc Cực, hay bất cứ nơi nào chẳng có gì ngoài đá, mưa, giá lạnh và hầu như không có sự cạnh tranh. Tại nhiều vùng ở Nam Cực, nơi thật sự không có thứ gì khác mọc lên, bạn có thể thấy những mảng địa y lớn – khoảng 400 loài – kiên trì bám vào từng tảng đá bị gió quất ràn rạt.

Suốt một thời gian dài, người ta không thể hiểu vì sao chúng làm được như vậy. Bởi lẽ địa y sống trên đá trần trụi mà không có cơ chế sinh sản và sinh dưỡng rõ ràng, điều này khiến nhiều người – kể cả những người có học thức – cho rằng chúng là những viên đá đang trong quá trình trở thành thực vật. “Một cách tự nhiên, tảng đá vô cơ trở thành thực vật sống!” một nhà quan sát, bác sĩ Hornschuch, đã mừng rỡ reo lên như thế vào năm 1819.

Khi xem xét kỹ lưỡng hơn, người ta thấy địa y thú vị hơn là ma quái. Thực chất, chúng là thể cộng sinh giữa tảo và nấm. Nấm tiết ra axít có tác dụng hòa tan bề mặt đá, giải phóng các chất khoáng và tảo sẽ chuyển hóa thành thức ăn cho cả hai. Đây không phải là một sự xếp đặt hấp dẫn lắm nhưng rõ ràng đã thành công. Trên thế giới có hơn 20.000 loài địa y.

Giống như hầu hết những loài sống trong môi trường khắc nghiệt, địa y phát triển rất chậm. Sẽ mất nhiều hơn một thế kỷ để một địa y đạt kích thước của một chiếc cúc áo. Bởi thế, theo David Attenborough, những địa y có kích thước một chiếc đĩa "rất có thể đã hàng trăm, thậm chí hàng nghìn năm tuổi". Thật khó để tưởng tượng một sự tồn tại trọn vẹn hơn. "Chúng chỉ đơn thuần tồn tại," Attenborough nói thêm, "điều này chứng tỏ sự thật thú vị là ở cấp độ đơn giản nhất, rõ ràng sự sống chỉ diễn ra vì lợi ích của chính nó."

Người ta rất dễ xem thường suy nghĩ cho rằng sự sống có mục đích tự thân. Vì con người có xu hướng cảm thấy sự sống phải có một mục đích nhất định. Chúng ta luôn có kế hoạch, nguyện vọng và ham muốn. Chúng ta luôn muốn tận dụng lợi thế của tất cả sự tồn tại tuyệt vời mà chúng ta được trao. Tuy nhiên, đối với loài địa y, sự sống là gì? Vậy mà sự thôi thúc phải tồn tại, phải sống của nó từng chút, từng chút cũng mãnh liệt như chúng ta – thậm chí còn hơn. Nếu được biết là tôi sẽ phải dành hàng thập kỷ là một sinh vật xù xì bám trên mặt đá trong rừng, hẳn tôi sẽ mất hết mong muốn được tiếp tục sống. Địa y không như thế. Giống như hầu hết các loài sinh vật, chúng sẽ chịu đựng bất cứ khó khăn và cơ cực nào chỉ để tồn tại thêm một khoảnh khắc. Tóm lại, sự sống đơn thuần là mong muốn được tồn tại. Nhưng điều thú vị là nó chủ yếu không muốn quá nhiều.

Điều này có lẽ hơi kỳ lạ bởi sự sống đã tốn rất nhiều thời gian để biết mình có tham vọng. Nếu bạn tưởng tượng lịch sử 4,5 tỷ năm của Trái Đất được thu gọn trong một ngày bình thường, khi đó, sự sống bắt đầu từ rất sớm, khoảng lúc 4 giờ sáng, cùng với sự xuất hiện của những cơ thể đơn bào đơn giản đầu tiên, nhưng suốt 16 giờ sau đó nó không hề có bước tiến nữa. Mãi cho đến gần 8 giờ 30 phút tối, khi năm phần sáu thời gian trong ngày đã trôi qua, Trái Đất vẫn không có gì đó để trưng diện cùng vũ trụ ngoài một bề mặt đầy rẫy vi khuẩn thao thức. Cuối cùng, các loài thực vật biển đầu tiên cũng xuất hiện, khoảng 20 phút là loài sứa và các sinh vật Ediacaran bí ẩn được Reginald Sprigg phát hiện lần đầu ở Australia. Vào lúc 9 giờ 4 phút tối, loài bọ ba thùy hiện ra trong thước phim và kế đó gần như lập tức là các sinh vật quyến rũ của Đá phiến sét Burgess. Lúc gần 10 giờ đêm, các loài thực vật bắt đầu đổ bộ lên đất liền. Trong chưa đầy hai giờ còn lại, tất cả các sinh vật trên cạn mới ra đời.

Từ khoảng 10 phút với thời tiết dịu mát, tới 10 giờ 24 phút đêm, Trái Đất được che phủ bởi những khu rừng của kỷ Cácbon mà tàn dư của chúng mang lại cho chúng ta tất cả số than ngày nay, và

các loài côn trùng có cánh đầu tiên xuất hiện. Khủng long hiện lên khuôn hình ngay trước 11 giờ đêm và thống trị trong khoảng 45 phút. Hai mươi mốt phút trước nửa đêm, chúng biến mất và kỷ nguyên của các loài động vật có vú bắt đầu. Con người xuất hiện 1 phút 17 giây trước nửa đêm. Toàn bộ lịch sử được ghi chép lại của chúng ta, theo tỷ lệ này, sẽ chiếm chưa đầy vài giây và cuộc đời của mỗi con người chỉ kéo dài chưa đầy một khoảnh khắc. Trong một ngày được tua cực nhanh này, các lục địa trượt và va đập vào nhau với một tốc độ liều lĩnh. Những ngọn núi trồi lên rồi lại bị san bằng, đáy biển hiện ra rồi biến mất, các phiến băng dày lên và mỏng đi. Trong toàn bộ quá trình, khoảng ba lần trong mỗi phút, đâu đó trên hành tinh lại bừng lên do một thiên thạch cỡ Manson hoặc lớn hơn rơi xuống. Thật kỳ diệu nếu thứ gì đó có thể tồn tại trong môi trường bất ổn và luôn bị tấn công như vậy. Sự thật là, không có nhiều thứ tồn tại được lâu.

Có lẽ để hình dung dễ dàng hơn sự xuất hiện cực kỳ gần đây của chúng ta trong thước phim 4,5 tỷ năm này, bạn hãy dang hai tay hết cỡ và tưởng tượng chiều dài nó đạt được chính là toàn bộ lịch sử Trái Đất. Khi đó, theo John McPhee trong cuốn *Basin and Range*, khoảng cách từ đầu ngón tay của tay này tới cổ tay bên kia là thời kỳ Tiền Cambri. Toàn bộ sự sống phức tạp nằm ở phần còn lại, và "chỉ cần một nhát giũa móng tay bình thường, bạn cũng có thể xóa bỏ lịch sử loài người."

May mắn thay, khoảnh khắc đó chưa xảy ra, nhưng nhiều khả năng sẽ là như vậy. Tôi không muốn nêu ra một nhận xét u ám, nhưng sự thật là còn có một đặc tính chính xác hơn về sự sống trên Trái Đất: các cuộc đại tuyệt chủng xảy ra khá đều đặn. Với những khó khăn mà chúng phải chịu để tập hợp và tự duy trì, các loài gục ngã và diệt vong một cách khá thường xuyên. Càng trở nên phức tạp, dường như chúng lại càng nhanh tuyệt chủng. Đây có thể là nguyên nhân khiến phần lớn sự sống không quá tham vọng.

Vì thế bất kỳ khi nào sự sống làm điều gì đó táo bạo, thì đó thật sự là một sự kiện, và ít có dịp nào quan trọng hơn thời khắc sự sống chuyển sang giai đoạn mới và bước lên bờ như trong câu chuyện của chúng ta. Đất liền là một môi trường khắc nghiệt: nóng, khô, tràn ngập bức xạ tia cực tím cường độ cao, không có lực đẩy vốn giúp cho việc di chuyển trong nước tương đối dễ dàng. Để sống trên cạn, các sinh vật phải trải qua hàng loạt các thay đổi về cấu tạo thân thể. Giữ một con cá ở một đầu, nó sẽ oằn mình xuống, vì xương sống của nó quá yếu để nó có thể đứng thẳng. Để tồn tại bên ngoài môi trường nước, các sinh vật biển cần một kiến trúc

nội tại mới có khả năng chịu lực – và đây không phải là loại điều chỉnh có thể diễn ra một sớm một chiều. Trên hết và rõ ràng nhất, bất cứ sinh vật trên cạn nào cũng phải học cách hấp thụ ôxy trực tiếp từ không khí thay vì lọc nó từ nước. Mặt khác, có một động lực mạnh mẽ để ra khỏi môi trường nước: nơi đó càng lúc càng trở nên nguy hiểm. Sự hợp nhất chậm chạp của các lục địa tạo nên một khối đất liền duy nhất, Pangaea, đồng nghĩa với việc có ít bờ biển hơn trước đây, và vì thế ít sinh vật ven bờ hơn. Sự cạnh tranh hết sức khốc liệt. Bên cạnh đó, còn sự xuất hiện của cá mập, một loài động vật ăn tạp nguy hiểm được thiết kế hoàn hảo để tấn công, đến mức hầu như nó không thay đổi gì từ khi xuất hiện. Đây là thời điểm thích hợp nhất để tìm một môi trường sống thay thế cho nước.

Thực vật bắt đầu quá trình chiếm giữ đất liền vào khoảng 450 triệu năm trước cùng các loại bọ ký sinh nhỏ bé, vốn có tác dụng giúp chúng phá vỡ và tái sử dụng các vật chất hữu cơ đã chết. Các loài động vật lớn hơn cần nhiều thời gian hơn để xuất hiện, nhưng khoảng 400 triệu năm trước, chúng cũng đã liều mình ra khỏi môi trường nước. Cách minh họa phổ biến khiến chúng ta dễ cho rằng những cư dân mạo hiểm đầu tiên của đất liền là một loài cá đầy tham vọng – giống như loài cá thòi lòi hiện đại, có thể nhảy từ vũng nước này sang vũng nước khác vào mùa hạn hán – hoặc thậm chí là một loài lưỡng cư hoàn thiện. Thực tế, có lẽ những cư dân hữu hình đầu tiên trên cạn giống với những loài rệp hay sâu bi hiện đại. Đây là những loài rệp nhỏ (thực chất là động vật giáp xác), thường co mình lại khi bạn lật một tảng đá hay khúc gỗ lên.

Với những loài đã có thể hít thở ôxy từ không khí, đây là thời kỳ thuận lợi. Hàm lượng ôxy trong không khí ở kỷ Devon và kỷ Than đá, khi sự sống trên cạn bắt đầu nở rộ, lên tới khoảng 35% (so với mức gần 20% ngày nay). Điều này cho phép các loài động vật phát triển một cách đáng kể về kích thước trong thời gian tương đối nhanh.

Hẳn bạn sẽ thắc mắc rằng làm sao các nhà khoa học biết được mức ôxy trong không khí từ hàng trăm triệu năm trước? Câu trả lời đến từ một lĩnh vực hết sức mơ hồ nhưng cũng rất tài tình: địa hóa đồng vị [isotope geochemistry]. Các đại dương xa xưa của kỷ Devon và kỷ Than đá chứa đầy những sinh vật phù du nhỏ, chúng cuộn mình trong những lớp vỏ bảo vệ tí hon. Giống như ngày nay, các sinh vật phù du cũng tạo ra vỏ bọc cho mình bằng cách lấy ôxy từ không khí và kết hợp với các nguyên tố khác (đặc biệt là cácbon) để tạo thành các hợp chất có độ bền, như canxi cácbonat. Đây là một trò chơi hóa học đã được đề cập đâu đó trong vòng đời

dài hạn của cácbon – một quá trình không mấy thú vị khi mô tả nhưng lại có vai trò thiết yếu trong việc tạo ra một hành tinh cư trú được.

Cuối cùng, mọi sinh vật phù du này sẽ chết và chìm xuống đáy biển, nơi chúng được nén dần thành đá vôi. Trong số những cấu trúc nguyên tử mà các sinh vật nhỏ bé mang xuống mồ, có hai đồng vị rất ổn định, ôxy-16 và ôxy-18. (Nếu bạn đã quên mất đồng vị là gì thì cũng không sao, chỉ cần nhớ rằng đó là một nguyên tử với số neutron không bình thường.) Đến đây vai trò của các nhà địa hóa học bắt đầu, vì các đồng vị sẽ tích lũy với mức độ khác nhau, tùy thuộc vào hàm lượng ôxy và cácbon trong không khí tại thời điểm chúng được tạo ra. Nhờ so sánh mức độ lắng đọng từ xa xưa của hai đồng vị này, các nhà địa hóa học có thể đọc các thông số của thế giới cổ đại – hàm lượng ôxy, nhiệt độ khí quyển và đại dương, phạm vi và thời điểm của các thời kỳ băng hà, cùng nhiều vấn đề khác. Bằng cách kết hợp các phát hiện về đồng vị với những tàn dư hóa thạch vốn cho biết các thông số khác như tỷ lệ phần hoa trong không khí, các nhà khoa học có thể tái hiện toàn bộ khung cảnh mà con người chưa từng nhìn thấy với mức độ tự tin đáng kể.

Nguyên nhân chính khiến lượng ôxy tăng nhanh đến vậy trong suốt giai đoạn đầu tiên của sự sống trên cạn là do đa phần thế giới khi đó là lãnh địa của dương xỉ và các đầm lầy khổng lồ. Bản chất lầy lội của chúng gây gián đoạn quá trình phục hồi cácbon thông thường. Thay vì mục nát hoàn toàn, lá cây và các loại thực vật chết khác sẽ tích lũy thành trầm tích dày, ẩm ướt, cuối cùng được ép thành những vỉa than rộng lớn, ngày nay đã góp phần duy trì các hoạt động kinh tế.

Nồng độ ôxy cao rõ ràng khuyến khích sự phát triển các sinh vật có cơ thể lớn. Người ta đã tìm thấy dấu vết của một sinh vật nhiều chân lưu lại từ 350 triệu năm trước đây trên một tảng đá ở Scotland. Nó dài hơn 1m. Trước khi kỷ nguyên này kết thúc, một vài loài động vật nhiều chân còn đạt chiều dài gấp đôi.

Khi những sinh vật như vậy rình mồi, không có gì đáng ngạc nhiên nếu các loài côn trùng trong giai đoạn này phải phát triển một đặc tính giúp chúng tránh những cái lưỡi háu ăn: bay lượn. Một số loài đã làm quen với phương thức di chuyển mới một cách dễ dàng đến không tưởng, và chúng không thay đổi gì về mặt kỹ thuật kể từ đó tới nay. Trong thời đó, cũng như bây giờ, chuồn chuồn có thể bay với tốc độ hơn 50km/giờ, dừng lại trong chốc lát, lượn lờ, bay ngược lại và nâng được, theo tỷ lệ khối lượng cơ thể,

nhiều hơn bất cứ chiếc máy bay nào mà con người từng tạo ra. "Không lực Hoa Kỳ," một nhà bình luận viết, "từng đặt chúng vào các đường hầm gió để xem chúng sẽ làm thế nào, nhưng họ đã thất vọng." Chúng cũng hưởng lợi từ không khí giàu ôxy. Trong các khu rừng ở kỷ Than đá, chuồn chuồn to như những con quạ. Tương tự, cây cối và các loài thực vật khác cũng có kích thước ngoại cỡ tương ứng. Mộc tặc và dương xỉ đạt độ cao khoảng 15m và thạch tùng có thể cao tới 40m.

Các loài động vật trên cạn có xương sống đầu tiên – nghĩa là sinh vật trên cạn có phải đã trở thành thủy tổ của con người hay không – vẫn là một bí ẩn. Một phần là do thiếu vắng các bằng chứng hóa thạch có liên quan, còn một phần khác là do một người Thụy Điển mang tên Erik Jarvik. Những lý giải lạ lùng và thói giữ kẽ của ông khiến những tiến triển trong việc trả lời câu hỏi này bị kéo lùi gần nửa thế kỷ. Jarvik là thành viên của một nhóm học giả Scandinavi tới Greenland vào những năm 1930-1940 để tìm kiếm cá hóa thạch. Cụ thể, họ tìm kiếm cá vây thùy, loài cá được xem là tổ tiên của con người và mọi loài sinh vật biết đi khác, hay còn gọi là động vật bốn chân.

Hầu hết động vật đều có bốn chân, và tất cả động vật bốn chân đang sống đều có điểm chung: có bốn chi, mỗi chi có tối đa năm ngón chân hoặc tay. Khủng long, cá voi, chim, con người, thậm chí cả cá – tất cả đều là động vật bốn chân, điều này rõ ràng cho thấy chúng ta đều cùng một tổ tiên. Bằng chứng về tổ tiên chung này được suy đoán là thuộc kỷ Devon, khoảng 400 triệu năm trước. Trước đó, không có thứ gì đi trên mặt đất. Sau đó, lại có rất nhiều. May mắn thay, nhóm đã tìm tìm thấy một sinh vật như vậy, một con vật có chiều dài 1m gọi là *ichthyostega*. Việc phân tích hóa thạch do Jarvik đảm nhận, ông đã bắt đầu việc nghiên cứu từ năm 1948 và chú mục vào nó suốt 48 năm tiếp theo. Đáng tiếc là Jarvik không để ai cùng nghiên cứu mẫu vật này. Giới cổ sinh vật học buộc phải hài lòng với hai báo cáo tạm thời sơ sài, trong đó Jarvik nhận định rằng sinh vật bốn chân này có năm ngón trên mỗi chi, và khẳng định vai trò thủy tổ của nó.

Jarvik qua đời vào năm 1998. Sau khi ông mất, các nhà cổ sinh vật học khác hồ hởi nghiên cứu mẫu vật và phát hiện ra Jarvik đã đếm sai số ngón một cách nghiêm trọng – thật ra nó có đến tám ngón trên mỗi chi – và ông đã không nhận thấy con cá này không thể nào đi được. Cơ thể của nó sẽ gẫy vụn dưới sức nặng cơ thể. Đương nhiên, điều này không giúp tăng cường hiểu biết của chúng ta về các loài động vật trên cạn đầu tiên. Tới nay đã có ba động vật bốn chân cổ được tìm thấy, song không con nào có năm ngón. Tóm lại,

chúng ta vẫn chưa biết mình đến từ đâu.

Nhưng dù sao, chúng ta cũng đã đến đây, dù để giành được quyền thống trị như ngày nay không phải lúc nào cũng dễ dàng. Từ khi sự sống trên cạn bắt đầu, nó đã trải qua bốn đại vương triều. Đại vương triều đầu tiên là các động vật lưỡng cư và bò sát nguyên thủy, cồng kềnh nhưng đôi khi hơi nặng nề. Loài vật nổi tiếng nhất của thời đại này là *dimetrodon*, sinh vật có lưng hình cánh buồm thường bị nhầm với khủng long (thậm chí ngay cả trong một chú thích hình ảnh trong cuốn Comet của Carl Sagan). *Dimetrodon* thực tế là động vật một cung bên[1]. Nghĩa là xưa kia chúng ta từng giống như vậy. Động vật một cung bên là một trong bốn nhánh bò sát cổ đại, cùng với các động vật không cung, động vật một cung trên và động vật hai cung. Những tên gọi này đơn thuần mô tả số lỗ nhỏ và vị trí của chúng trên hộp sọ. Động vật một cung bên có một lỗ nhỏ dưới thái dương; động vật hai cung có hai lỗ; động vật một cung trên có một lỗ ở gần đỉnh đầu.

---

[1]· Danh pháp khoa học: Synapsida, nghĩa đen là cung hợp nhất, trước đây được xem là Lớp Một cung bên, còn được biết đến như là Động vật Mặt thú hay Động vật Cung thú (Theropsida), và theo truyền thống được miêu tả là "bò sát giống như thú", thuộc nhóm động vật có màng ối (nhóm còn lại là lớp Mặt thằn lằn (Sauropsida)) đã phát triển một lỗ hổng (hốc) trong hộp sọ của chúng (hốc thái dương) phía sau mỗi mắt, khoảng 324 triệu năm trước (Ma) vào cuối kỷ Than Đá. (ND)

Qua thời gian, mỗi nhánh chính này được chia thành các phân nhánh, một số trở nên phát triển, một số lụi tàn. Nhánh không cung sinh ra loài rùa, từng là động vật tiến hóa và nguy hiểm nhất hành tinh; mãi cho đến khi một đột biến trong quá trình tiến hóa đã biến chúng trở thành một loài sống lâu thay vì thống trị. Nhánh một cung bên phân chia thành bốn phân nhánh, trong đó chỉ có một phân nhánh tồn tại được qua kỷ Permi. May mắn là chúng ta thuộc về phân nhánh này và nó đã tiến hóa thành bộ cung thú, tiền thân của động vật có vú. Chúng chính là đại vương triều thứ hai.

Điều không may cho động vật cung thú là họ hàng của chúng, nhánh hai cung, cũng tiến hóa rất hiệu quả, trở thành khủng long (bên cạnh nhiều loài khác), và dần vượt quá khả năng kháng cự của chúng. Không thể đối đầu trực diện với những sinh vật mới hung hãn này, động vật cung thú gần như biến mất không dấu tích. Tuy vậy, một số rất ít tiến hóa thành những sinh vật lông lá nhỏ bé, sống trong hang chờ thời cơ. Loài lớn nhất trong số chúng

cũng không to hơn con mèo nhà, và đa phần lớn hơn con chuột. Cuối cùng, sự thu nhỏ này sẽ phát huy tác dụng, nhưng chúng cũng sẽ phải đợi gần 150 triệu năm nữa để đại vương triều thứ ba thuộc về loài khủng long kết thúc đột ngột và mở đường cho đại vương triều thứ tư – kỷ nguyên của những loài động vật có vú như chúng ta.

Mỗi lần chuyển giao lớn lao như thế, cùng nhiều chuyển giao nhỏ hơn nằm trong các đại vương triều, đều phụ thuộc vào một động cơ phát triển quan trọng có phần nghịch lý: sự tuyệt chủng. Một sự thật đáng tò mò là, cái chết của các loài trên Trái Đất, theo nghĩa hiển ngôn nhất, là một phương cách của sự sống. Không ai biết bao nhiêu loài sinh vật từng tồn tại từ khi sự sống bắt đầu. Ba mươi tỷ là con số thường được trích dẫn, nhưng con số này giờ đây đã được đẩy lên tới 4.000 tỷ. Dù tổng số thật sự là bao nhiêu, thì đến 99,99% loài không còn sống cùng chúng ta nữa. David Raup ở Đại học Chicago thường nói, "gần như tất cả các loài đã tuyệt chủng." Với các loài phức tạp, thời hạn tồn tại trung bình của chúng chỉ vào khoảng 4 triệu năm – và loài người đã gần chạm tới mốc này.

Tất nhiên, sự tuyệt chủng là tin xấu cho các nạn nhân, nhưng đối với một hành tinh năng động, đó lại là tin tốt lành. "Lựa chọn thay thế cho sự tuyệt chủng là sự trì trệ," Ian Tattersall đến từ Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên Hoa Kỳ nói, "và sự trì trệ hiếm khi là điều tốt đẹp với bất cứ lĩnh vực nào." (Có lẽ tôi cần nhắc rằng chúng ta đang đề cập đến sự tuyệt chủng như một quá trình tự nhiên và dài hạn. Tuyệt chủng do sự bất cẩn của con người lại là một vấn đề hoàn toàn khác.)

Những cuộc khủng hoảng trong lịch sử Trái Đất luôn gắn liền với những bước nhảy vọt sau đó. Sự thất bại của các động vật Ediacaran mở đường cho sự bùng nổ đầy sáng tạo của kỷ Cambri. Sự tuyệt chủng ở kỷ Ordovic diễn ra 440 triệu năm trước đã xóa sổ các loài ăn lọc bất động [immobile filter feeder] khỏi đại dương, góp phần tạo ra điều kiện sống cho các loài cá săn mồi và các loài bò sát thủy sinh khổng lồ. Đến lượt nó, điều này cũng tạo ra cơ hội lý tưởng để đưa cư dân dưới nước lên trên cạn khi một trận càn quét cuối kỷ Devon khiến sự sống một lần nữa rung chuyển mạnh. Rõ ràng, sự tuyệt chủng đã diễn ra suốt chiều dài lịch sử với những quãng nghỉ rải rác. Nếu tất cả những điều này không xảy ra theo đúng cách thức và thời điểm như vậy, chúng ta hẳn đã không có mặt ở đây.

Trái Đất đã chứng kiến 5 cuộc đại tuyệt chủng trong lịch sử, lần

lượt diễn ra trong các kỷ Ordovic, Devon, Permi, Tam Điệp và Phấn Trắng cùng nhiều lần khác với quy mô nhỏ hơn. Cuộc đại tuyệt chủng ở kỷ Ordovic (440 triệu năm trước) và kỷ Devon (365 triệu năm trước) mỗi lần xóa sổ khoảng 80-85% tổng số loài. Đại tuyệt chủng ở kỷ Tam Điệp (210 triệu năm trước) và kỷ Phấn Trắng (65 triệu năm trước) mỗi lần xóa sổ khoảng 70-75% tổng số loài. Song kinh hoàng nhất là ở kỷ Permi (khoảng 245 triệu năm trước), mở màn cho đế chế trường tồn của loài khủng long. Lần này, ít nhất 95% số loài động vật được biết đến trong các dấu tích hóa thạch đã hoàn toàn biến mất. Thậm chí khoảng một phần ba tổng số loài côn trùng cũng đã diệt vong – đây là lần duy nhất chúng biến mất trên diện rộng đến vậy. Có vẻ như chúng ta đã tiến tới rất gần sự diệt vong hoàn toàn.

"Đây thật sự là một cuộc đại tuyệt chủng, hay đúng hơn là một cuộc tàn sát với quy mô lớn chưa từng diễn ra trên Trái Đất trước đây," Richard Fortey nói. Sự kiện này đặc biệt gây tổn hại cho các loài sinh vật biển. Loài bọ ba thùy biến mất. Ngao và nhím biển cũng gần như vắng bóng. Hầu như tất cả các sinh vật biển đều bị giáng một đòn chí tử. Tổng cộng cả trên cạn và dưới nước, người ta cho rằng Trái Đất đã mất đi tới 52% số *họ* – cấp độ cao hơn *chi* và thấp hơn *bộ* trong thang phân loại sự sống (sẽ được bàn tới trong chương tiếp theo) – và có lẽ mất tới 96% số *loài*. Sẽ mất rất nhiều thời gian – theo một ý kiến, khoảng 80 triệu năm – trước khi các loài được khôi phục.

Có hai điểm bạn cần phải rõ. Đầu tiên, đây vẫn chỉ là những phán đoán có cơ sở. Con số ước lượng tổng số loài động vật còn sống ở cuối kỷ Permi là khoảng từ 45.000 tới 240.000 loài. Nếu không biết có bao nhiêu loài còn sống, thì bạn khó có thể làm rõ tỷ lệ đã diệt vong. Hơn nữa, chúng ta đang nói tới cái chết của các loài chứ không phải các cá thể. Về mặt các cá thể, con số có thể cao hơn rất nhiều – trong nhiều trường hợp, toàn bộ đã diệt vong. Các loài tồn tại sang giai đoạn tiếp theo của sự sống gần như chắc chắn chỉ đặt hy vọng lên một vài cá thể sống sót, khập khiễng và sứt sẹo.

Ở giữa những cuộc đại tuyệt chủng, còn có nhiều lần khác nhỏ hơn và ít được biết đến hơn – Hemphillia, Frasnia, Famenni, Rancholabre và hàng chục lần khác – chúng không ảnh hưởng lớn tới tổng số loài mà thường nhằm vào các quần thể nhất định. Các loài động vật ăn cỏ, bao gồm cả ngựa, gần như bị quét sạch trong cuộc tuyệt chủng Hemphillia khoảng 5 triệu năm trước. Ngựa trở thành một loài đơn nhất, xuất hiện lác đác trên các hóa thạch như để cho thấy rằng đã có lúc nó đứng bên bờ vực của sự lãng quên. Hãy tưởng tượng lịch sử loài người sẽ ra sao nếu không có ngựa và

các loài động vật ăn cỏ.

Trong hầu hết mọi trường hợp, đối với cả những lần tuyệt chủng lớn và nhỏ, chúng ta đều biết ít đến mức ngạc nhiên về nguyên nhân chúng xảy ra. Ngay cả khi đã loại bỏ những ý tưởng lập dị nhất, vẫn còn nhiều giả thuyết về tuyệt chủng hơn số lần chúng đã xảy ra. Ít nhất khoảng 2 tá thủ phạm khả nghi được xem là nguyên nhân hoặc nhân tố chủ yếu, bao gồm sự nóng lên và lạnh đi toàn cầu, sự thay đổi của mực nước biển, tình trạng thiếu ôxy trong các đại dương, dịch bệnh, sự rò rỉ khí mêtan từ đáy biển, sự va chạm với các thiên thạch và sao chổi, các siêu bão, núi lửa phun trào và các cơn bão Mặt Trời thảm họa.

Điều cuối cùng là một giả thuyết rất đáng nói. Không ai biết các cơn bão Mặt Trời có thể lớn đến mức nào, bởi chúng ta chỉ quan sát chúng từ khi kỷ nguyên vũ trụ bắt đầu, nhưng Mặt Trời là một nguồn năng lượng vĩ đại, và các cơn bão của nó hẳn phải rất khổng lồ. Một cơn bão Mặt Trời điển hình – thứ chúng ta thậm chí còn không nhận thấy trên Trái Đất – sẽ giải phóng nguồn năng lượng tương đương với một tỷ quả bom hiđro và làm văng ra vũ trụ khoảng 100 tỷ tấn các hạt vật chất năng lượng cao nguy hiểm. Từ quyển và khí quyển Trái Đất thường đẩy chúng lại vũ trụ hoặc lái chúng một cách an toàn ra các cực (nơi chúng sinh ra hiện tượng cực quang tuyệt đẹp của Trái Đất); nhưng người ta cho rằng một vụ nổ lớn bất thường, chẳng hạn gấp 100 lần các cơn bão bình thường, rất có khả năng khống chế hệ thống phòng thủ mỏng manh của chúng ta. Buổi trình diễn ánh sáng thật diễm lệ, nhưng nó sẽ giết chết hầu như mọi thứ đắm mình trong thứ ánh sáng đó. Điều đáng sợ hơn, theo Bruce Tsurutani đến từ phòng thí nghiệm Jet Propulsion của NASA, "nó sẽ không để lại bất cứ dấu vết nào."

Tất cả những gì nó để lại, như một nhà nghiên cứu nhận xét, là "hàng tỷ phỏng đoán và rất ít bằng chứng". Sự lạnh đi của Trái Đất dường như có mối liên hệ với ít nhất ba cuộc đại tuyệt chủng – lần lượt ở các kỷ Ordovic, Devon và Permi – nhưng ngoài ra người ta gần như không đồng thuận về bất cứ thứ gì khác, kể cả việc mỗi sự kiện diễn ra nhanh hay chậm. Chẳng hạn, các nhà khoa học không thể tìm được tiếng nói chung về vấn đề cuộc đại tuyệt chủng cuối kỷ Devon – kéo theo sự di cư của các loài động vật có xương sống lên cạn – xảy ra trong hàng triệu năm, hàng nghìn năm hay chỉ trong một ngày.

Một trong các lý do khiến việc đưa ra những lời giải thích thuyết phục cho sự tuyệt chủng trở nên rất khó khăn là việc tiêu diệt sự

sống trên diện rộng hoàn toàn không dễ dàng. Như chúng ta đã thấy từ vụ thiên thạch Manson, Trái Đất đón nhận một cú đánh chí tử mà vẫn hoàn toàn có thể hồi phục, dù có hơi loạng choạng. Vậy tại sao riêng vụ va chạm với KT diễn ra 65 triệu năm trước, chịu trách nhiệm về sự tuyệt chủng của loài khủng long, lại có sức tàn phá kinh hoàng đến vậy? Vâng, trước hết là bởi nó quá khổng lồ. Nó tấn công Trái Đất với một lực tương đương 100 triệu mega tấn. Một vụ nổ như vậy không dễ hình dung song như James Lawrence Powell đã so sánh, nếu mỗi người sống trên Trái Đất ngày nay phải chịu một quả bom bằng cỡ với quả được thả xuống Hiroshima, vẫn còn thiếu khoảng một tỷ quả nữa để đạt tới sức công phá của KT. Nhưng nếu chỉ có vậy, nó vẫn chưa đủ để xóa sổ 70% sự sống trên Trái Đất, trong đó có khủng long.

Thiên thạch KT còn có thêm những điều kiện bổ trợ cho sức hủy diệt của nó – nhất là đối với động vật có vú – nó rơi xuống một vùng biển nông, chỉ sâu khoảng 10m, có lẽ theo một góc chuẩn xác, trong thời điểm khi hàm lượng ôxy trong không khí cao hơn ngày nay 10%, làm thế giới dễ bốc cháy hơn. Trên hết, đáy biển nơi nó rơi xuống được cấu tạo bởi đá chứa nhiều lưu huỳnh. Kết quả là vụ va chạm biến một vùng biển có diện tích bằng nước Bỉ thành dung dịch axít sunphuric. Suốt nhiều tháng sau đó, Trái Đất phải hứng chịu những cơn mưa axít đủ để gây cháy da.

Đến đây, xuất hiện một câu hỏi còn lớn hơn: Điều gì xóa sổ 70% các loài tồn tại vào thời điểm đó? 30% số loài còn lại sống sót bằng cách nào? Tại sao sự kiện có sức hủy diệt đến từng cá thể khủng long, trong khi các loài bò sát khác như rắn và cá sấu lại bình an vô sự? Cho đến nay chúng ta có thể nói không một loài cóc, sa giông, kỳ nhông hay các loài lưỡng cư nào ở Bắc Mỹ tuyệt chủng. "Vì sao các sinh vật yếu ớt này lại hoàn toàn không chút tổn thương sau một thảm họa không tiền khoáng hậu như vậy?" Tim Flannery đã đặt ra câu hỏi này trong cuốn sách thú vị viết về thời tiền sử của châu Mỹ, *Eternal Frontier* [tạm dịch: *Biên giới vĩnh cửu*].

Dưới biển, câu chuyện tương tự cũng diễn ra. Tất cả ốc anh vũ biến mất trong khi họ hàng của chúng, ốc tiễn thạch, với lối sống tương tự, lại tiếp tục tồn tại. Trong số các sinh vật phù du, một số loài đã bị xóa sổ trên thực tế – chẳng hạn, 92% loài trùng lỗ – trong khi những loài khác như tảo cát, có cấu tạo cơ thể tương tự và sống ngay gần kề, lại chịu tương đối ít ảnh hưởng.

Đây là những sự thiếu nhất quán rất khó giải thích. Richard Fortey nhận xét: "Sẽ không thật thích đáng nếu chỉ đơn thuần gọi chúng là những sinh vật may mắn rồi để mọi thứ trôi qua." Nếu sự

kiện này kéo theo nhiều tháng trời tối tăm và ngột ngạt vì khói, điều có nhiều khả năng xảy ra, thì khó có thể biết liệu có bao nhiêu loài côn trùng sống sót. Fortey lưu ý, "một số loài côn trùng như bọ cánh cứng có thể sống trên gỗ và những thứ khác ở xung quanh. Nhưng loài ong cần ánh mặt trời định hướng và sống nhờ phấn hoa thì sao? Để giải thích được sự sống sót của chúng thật không hề dễ dàng."

Sau cùng là san hô. San hô cần tảo để tồn tại, còn tảo cần ánh sáng mặt trời, và cả hai đều cần nhiệt độ ổn định ở mức tối thiểu. Chúng ta biết rằng trong những năm gần đây, san hô đã chết rất nhiều do nhiệt độ nước biển thay đổi chỉ một vài độ. Nếu nhạy cảm với các thay đổi nhỏ như vậy, thì chúng đã sống qua mùa đông dài sau vụ va chạm như thế nào?

Có rất nhiều sự khác biệt theo vùng vô cùng khó giải thích. Sự tuyệt chủng dường như diễn ra ít nghiêm trọng hơn ở bán cầu nam so với bán cầu bắc. Đặc biệt, New Zealand dường như đã trải qua thảm họa một cách bình an vô sự, trong khi ở đây gần như không có các sinh vật đào hang. Hệ thực vật của nó đa phần cũng không bị ảnh hưởng, dù quy mô của đám cháy ở những nơi khác cho thấy thảm họa này ảnh hưởng tới toàn bộ hành tinh. Tóm lại, có rất nhiều điều mà chúng ta chưa lý giải được.

Một số loài động vật thậm chí còn phát triển – thật đáng ngạc nhiên, trong đó lại có loài rùa. Theo Flannery, giai đoạn liền kề với sự tuyệt chủng của loài khủng long có thể gọi là Kỷ nguyên của Rùa. Mười sáu loài rùa ở Bắc Mỹ đã sống sót, và ngay sau đó thêm ba loài mới xuất hiện.

Rõ ràng, sống trong nước là một lợi thế. Vụ va chạm KT quét sạch gần 90% các loài sống trên cạn nhưng chỉ 10% các loài sống dưới nước. Nước đem lại sự bảo vệ tốt hơn, chống lại nhiệt độ và lửa, cũng như cung cấp nhiều thức ăn cho giai đoạn đói kém sau đó. Các động vật trên cạn sống sót đều nhờ tập quán rút về môi trường an toàn hơn khi gặp nguy hiểm. Dù lặn xuống nước hay chui vào lòng đất, thì đó cũng là nơi trú ẩn an toàn, giúp chúng tránh được sự tàn phá tốt hơn so với ở lại trên mặt đất. Các loài động vật tìm bới thức ăn cũng có lợi thế. Thằn lằn từng và cho đến nay vẫn miễn nhiễm đối với vi khuẩn có trong xác chết đang phân hủy. Thật ra, chúng thường bị thu hút bởi các loài vi khuẩn này, và trong một thời gian dài có rất nhiều xác thối xung quanh chúng.

Người ta thường hiểu sai rằng chỉ các loài động vật nhỏ mới sống sót sau sự kiện KT. Thực tế, trong số các loài sống sót có cả cá sấu,

mà thời đó loài này có kích thước lớn hơn ngày nay nhiều. Nhưng nhìn tổng thể, đúng là đa số các loài sống sót đều nhỏ bé và sống lẩn lút. Một thế giới tối tăm và nhiều kẻ thù là nơi phù hợp với những loài nhỏ bé, ấm áp, sống về đêm, có chế độ ăn uống linh hoạt và bản năng thận trọng – những phẩm chất nổi bật của tổ tiên các loài động vật có vú. Nếu quá trình tiến hóa diễn ra nhanh hơn, có thể chúng ta đã bị tiêu diệt. Ngược lại, động vật có vú đã tìm thấy một thế giới phù hợp để sống sót.

Tuy nhiên, không phải các loài động vật có vú đều dàn hàng ngang và tiến vào và lấp đầy mọi chỗ trống. "Sự tiến hóa ghét cay ghét đắng khoảng không," nhà cổ sinh vật học Steven M. Stanley viết, "nhưng thường rất mất thời gian để lấp đầy nó." Có lẽ trong suốt hàng chục triệu năm tiếp theo, động vật có vú vẫn nhỏ bé một cách thận trọng. Ở đầu phân đại Đệ Tam, nếu có kích thước của một con linh miêu, bạn có thể trở thành chúa tể.

Nhưng một khi đã bắt đầu trên đà sinh trưởng, các loài động vật có vú phát triển nhanh đến phi thường – đôi khi gần như phi lý. Đã có thời chuột lang nhà có kích thước bằng tê giác, còn tê giác thì có kích thước bằng một ngôi nhà hai tầng. Bất cứ khi nào chuỗi thức ăn còn chỗ trống, động vật có vú đều phát triển để lấp vào đó. Khi các thành viên đầu tiên của họ gấu mèo di cư đến Nam Mỹ, chúng phát hiện ra chỗ trống và đã tiến hóa để trở thành những sinh vật với kích thước và sự hung dữ của loài gấu. Chim chóc cũng phát triển ngoại cỡ. Suốt hàng triệu năm, một loài chim ăn thịt khổng lồ, không bay được là *Titanis* có lẽ là sinh vật hung dữ nhất ở Bắc Mỹ. Chắc chắn đây là loài chim kỳ lạ nhất từng tồn tại. Khi đứng, nó cao tới 3m, nặng hơn 350kg và mỏ của nó có thể vặt đầu của bất cứ kẻ nào làm nó ngứa mắt. Loài chim này sống theo kiểu đáng gờm như thế suốt 50 triệu năm, song mãi đến khi một chiếc xương sọ của chúng được tìm thấy ở Florida vào năm 1963, chúng ta mới biết về sự tồn tại của chúng.

Điều này cho thấy một lý do cho sự không chắc chắn của chúng ta về nguyên nhân gây ra những lần tuyệt chủng: sự thiếu thốn các bằng chứng hóa thạch. Chúng ta đã đề cập xác suất rất nhỏ để một bộ xương trở thành hóa thạch, nhưng thực tế còn tệ hơn bạn tưởng. Hãy xem xét trường hợp của khủng long. Các bảo tàng khiến người ta lầm tưởng về số lượng hóa thạch khủng long phong phú trên toàn cầu. Thật ra, phần lớn những gì được trưng bày tại các bảo tàng đều là nhân tạo. Con khủng long diplodocus khổng lồ choán gần hết sảnh chính của Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên London, từng tiếp đón nhiều thế hệ khách tham quan vui vẻ và có học thức, được làm hoàn toàn bằng thạch cao – nó được dựng vào

năm 1903 tại Pittsburgh, và do Andrew Carnegie tặng lại bảo tàng. Sảnh chính của Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên Hoa Kỳ ở New York còn bị một hoạt cảnh hoành tráng hơn choán lối: bộ xương một con khủng long barosaurus to lớn đang bảo vệ con của nó trước tấn công của một con khủng long allosaurus nhanh nhẹn và nhiều răng. Đây là một tác phẩm vô cùng ấn tượng – con barosaurus cao gần 9m hướng về phía trần nhà – song chúng đều là đồ giả. Từng mẩu trong số hàng trăm chiếc xương được trưng bày đều nhờ sắp đặt mà thành. Nếu bạn tới thăm hầu hết các bảo tàng lịch sử tự nhiên lớn nhất trên thế giới – ở Paris, Vienna, Frankfurt, Buenos Aires, Mexico City – thứ sẽ chào đón bạn là các mô hình, chứ không phải các khúc xương từ thời tiền sử.

Sự thật là chúng ta không biết nhiều về khủng long. Suốt thời kỳ khủng long, chỉ chưa tới 1.000 loài đã được phát hiện (trong đó khoảng một nửa được biết đến chỉ nhờ một mẫu duy nhất), nghĩa là bằng khoảng một phần tư số loài động vật có vú đang sống ngày nay. Hãy nhớ rằng khủng long là bá chủ thế giới trong khoảng thời gian gấp ba lần động vật có vú, vì thế hoặc khủng long hoặc có quá ít loài, hoặc những gì chúng ta biết mới chỉ là bề ngoài.

Không một hóa thạch hoàn chỉnh nào của thời kỳ dài hàng triệu năm mà loài khủng long tồn tại từng được phát hiện. Thậm chí với giai đoạn cuối kỷ Phấn Trắng – thời kỳ tiền sử được nghiên cứu nhiều nhất nhờ đam mê của con người đối với khủng long và sự tuyệt chủng của chúng – khoảng ba phần tư tổng số loài từng tồn tại có lẽ vẫn chưa được phát hiện. Những sinh vật lớn hơn diplodocus hoặc gớm ghiếc hơn tyrannosaurus có thể từng ngự trị Trái Đất với số lượng hàng nghìncá thể, và chúng ta có thể sẽ không bao giờ biết được điều này. Đến mãi gần đây, tất cả những gì chúng ta biết về khủng long ở giai đoạn này chỉ là những gì được rút ra từ khoảng 300 mẫu vật, tương ứng với 16 loài. Sự thiếu thốn hóa thạch khiến rất nhiều người còn cho rằng khủng long đã sắp sửa tuyệt chủng khi vụ va chạm KT xảy ra.

Cuối những năm 1980, một nhà cổ sinh vật học đến từ Bảo tàng Cộng đồng Milwaukee, Peter Sheehan, đã quyết định tiến hành một cuộc khảo sát. Cùng với 200 tình nguyện viên, ông thực hiện một cuộc rà soát hết sức cẩn thận tại vùng Hell Creek Formation nổi tiếng ở Montana. Sau khi chọn lọc tỉ mỉ, các tình nguyện viên đã thu nhặt từng đốt sống, từng chiếc răng và mẩu xương cuối cùng – mọi thứ mà những người đào bới trước đó bỏ qua. Công việc này kéo dài tới ba năm.

Sau khi hoàn thành, họ phát hiện rằng mình đã làm gia tăng số lượng hóa thạch khủng long từ cuối kỷ Phấn Trắng trên toàn cầu lên gấp ba lần. Cuộc khảo sát khẳng định rằng khủng long vẫn rất đông đảo cho đến khi xảy ra vụ va chạm KT. "Không có lý do gì để cho rằng khủng long đã chết dần trong ba triệu năm cuối của kỷ Phấn Trắng," Sheehan kết luận.

Chúng ta đã quá quen với ý nghĩ rằng việc loài người thống trị sự sống là tất yếu, vì thế thật khó chấp nhận rằng chúng ta có mặt ở đây nhờ những vụ va chạm đúng lúc với các thiên thạch ngoài Trái Đất cùng các vận may ngẫu nhiên khác. Cũng giống mọi sinh vật khác, trong suốt gần bốn triệu năm, tổ tiên của chúng ta đã cố gắng lách qua một loạt những cánh cửa hẹp mỗi khi cần phải làm như thế. Stephen Jay Gould đã mô tả ngắn gọn điều này trong một dòng nổi tiếng: "Con người có mặt ở đây hôm nay là nhờ sợi dây đặc biệt của chúng ta vốn chưa bao giờ bị đứt ở bất kỳ điểm nào trong số hàng tỷ điểm có thể xóa bỏ chúng ta khỏi lịch sử."

Tôi đã bắt đầu chương này bằng ba luận đề: sự sống muốn được sống; sự sống quá nhiều tham vọng; sự sống có đặc tính diệt vong. Và đây là luận đề thứ tư: sự sống luôn tiếp diễn. Như chúng ta thường thấy, sự sống tiếp diễn theo những cách thật sự đáng kinh ngạc.

23

Sự sống đa dạng

Đây đó trong Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên tại London, trong những hốc tường dọc theo những hành lang tối tăm hoặc giữa những giá thủy tinh đặt khoáng vật, trứng đà điểu hay những mớ lộn xộn có độ tuổi gần một thế kỷ khác, là những cánh cửa bí mật – ít nhất là bí mật theo nghĩa bề ngoài rằng chúng không có gì thu hút du khách. Đôi khi bạn có thể thấy một người có phong thái và dáng dấp của một học giả ló ra từ một cánh cửa, vội vã đi đến cuối hành lang, để rồi lại biến mất trong một cánh cửa khác cách đó không xa. Hầu hết mọi cánh cửa đều đóng, và ít ai ngờ rằng, song song đằng sau chúng là một Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên khác cũng to lớn và thậm chí còn tuyệt vời hơn cả bảo tàng mà công chúng vẫn biết đến và ngưỡng mộ.

Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên chứa khoảng 70 triệu mẫu vật từ mọi lĩnh vực của cuộc sống và mọi ngóc ngách của hành tinh, với khoảng 100.000 mẫu vật mới được bổ sung vào bộ sưu tập mỗi năm. Chỉ ở trong hậu trường bạn mới cảm nhận được rõ tòa nhà này thật sự là một kho báu. Trong các rương, tủ và các phòng dài chứa đầy những giá xếp san sát, nơi lưu giữ hàng chục nghìn mẫu động vật ngâm trong bình, hàng triệu côn trùng gắn thẻ vuông. Các ngăn kéo có những động vật thân mềm lấp lánh, xương khủng long, xương sọ người tối cổ và vô số tiêu bản thực vật được xếp gọn gàng. Chỉ riêng những chiếc bình ngâm chồng lên nhau đã dài tới 15 dặm, bên trong là các động vật được bảo quản bằng cồn metylic.

Nơi đây chứa những mẫu vật được Joseph Banks thu thập tại Australia, Alexander von Humboldt thu thập ở Amazonia và Darwin tìm được trong hải trình *Beagle*, cùng nhiều mẫu vật khác rất hiếm hoặc có giá trị lịch sử, hoặc cả hai. Nhiều người sẽ muốn chạm tay lên chúng. Thật sự rất ít người có được may mắn đó.

Năm 1954, bảo tàng đã tiếp nhận bộ sưu tập chim của một nhà sưu tầm tận tụy Richard Meinertzhagen, tác giả cuốn *Birds of Arabia* [tạm dịch: *Các loài chim ở Ả rập*] bên cạnh nhiều công trình nghiên cứu khác. Meinertzhagen là một khách trung thành của bảo tàng suốt nhiều năm, gần như ông đã có mặt hằng ngày ở đây để viết các ghi chú phục vụ việc viết sách và soạn các tài liệu chuyên khảo. Khi các thùng hàng được chuyển đến nơi, các nhà quản lý hồi hộp mở ra xem và kinh ngạc vì phát hiện rằng rất nhiều mẫu vật mang nhãn của chính bảo tàng. Thì ra Meinertzhagen đã bỏ túi nhiều thứ thuộc bộ sưu tập của bảo tàng trong nhiều năm. Điều đó lý giải về việc ông ta luôn mặc áo khoác rộng ngay cả khi thời tiết ấm áp.

Vài năm sau, một khách tham quan thường xuyên, có tuổi – "một quý ông khả kính", như tôi được biết – bị bắt quả tang tại khu trưng bày động vật thân mềm khi đang nhét vài vỏ sò quý giá vào các chân rỗng của chiếc nạng.

"Tôi không tin có thứ gì ở đây lại không khiến người ta không thèm muốn," Richard Fortey nói với tôi khi dẫn tôi đi một vòng quanh thế giới kỳ thú phía sau hậu trường bảo tàng. Chúng tôi đi giữa các căn phòng nơi người ta ngồi suy tư bên dãy bàn rộng, nghiên cứu những động vật chân đốt, những chiếc lá cọ hay những hộp xương đã ố vàng. Ở đâu bạn cũng có thể cảm nhận được không khí khoan thai của những con người đang thực hiện một công việc đòi hỏi nỗ lực phi thường, không bao giờ thật sự hoàn thành và cũng không cần phải vội. Năm 1967, theo một tài liệu tôi đã đọc, bảo tàng phát hành một báo cáo về chuyến thám hiểm khảo sát Ấn Độ Dương của John Murray, và đó là 44 năm sau khi cuộc thám hiểm này kết thúc. Đây là một thế giới nơi mọi thứ di chuyển theo tốc độ riêng, kể cả chiếc thang máy nhỏ có Fortey, tôi và một người đàn ông lớn tuổi có vẻ ngoài của một học giả. Fortey thân thiện nói chuyện với ông ta khi chúng tôi đang đi lên với tốc độ bằng tốc độ lắng đọng của trầm tích.

Khi người đàn ông đi ra, Fortey nói với tôi: "Ông già Norman tốt bụng này đã dành 42 năm để nghiên cứu về một loài thực vật, *cỏ ban của Thánh John*. Ông ấy nghỉ hưu năm 1989 nhưng vẫn đến đây hàng tuần."

"Làm sao người ta có thể dành 42 năm cho chỉ một loài thực vật?" – tôi hỏi.

"Thật đáng nể phải không?" Fortey tỏ ý đồng tình và suy nghĩ vài giây. "Rõ ràng ông ấy đã rất tận tâm." Cánh cửa thang máy mở ra

cho thấy một lối vào đã bị bịt lại bằng gạch. “Thật kỳ lạ,” ông nói. “Trước kia đây là khu thực vật.” Ông nhấn một nút lên tầng khác và cuối cùng đã tìm thấy đường tới khu thực vật bằng cầu thang hậu và những ngõ ngách kín đáo đi qua nhiều căn phòng khác, nơi các nhà nghiên cứu đang nỗ lực nghiên cứu những mẫu vật từng là sinh vật sống. Tôi được giới thiệu với Len Ellis và thế giới yên tĩnh của *bryophyte* – chỉ có nghĩa là rêu đối với đa số chúng ta.

Khi Emerson nói một cách nên thơ rằng rêu thường mọc ở phía bắc của các thân cây (“Rêu phong trên vỏ cây rừng là vì sao dẫn đường khi đêm tối”), thực chất ông nói về địa y, vì vào thế kỷ XIX, người ta không phân biệt được rêu và địa y. Những loài rêu thật sẽ không hề kén chọn nơi chúng mọc lên, vì thế chúng không phải là những chiếc la bàn tự nhiên. Trên thực tế, rêu không mang lại bất cứ lợi ích nào. “Có lẽ không có nhóm thực vật lớn nào lại ít giá trị sử dụng, kinh tế và thương mại như rêu,” Henry S. Conard đã viết trong cuốn *How to Know the Mosses and Liverworts* [tạm dịch: C*ách nhận biết rêu và rêu tản*], xuất bản năm 1956 và vẫn đang nằm trên giá sách của nhiều thư viện, đây gần như là nỗ lực duy nhất để quảng bá cho chúng.

Dù sao, chúng rất đa dạng. Ngay cả khi đã loại bỏ địa y, rêu vẫn chiếm một lãnh địa đông đúc với hơn 10.000 loài, thuộc khoảng 700 chi. Cuốn sách dày và nghiêm túc *Moss Flora of Britain and Ireland* [tạm dịch: *Hệ rêu ở Anh và Ireland*] của A. J. E. Smith dài đến 700 trang, và cả Anh lẫn Ireland đều không phải những nơi nhiều rêu nhất. “Bạn sẽ thấy chúng nhiều nhất ở những xứ nhiệt đới,” Len Ellis nói với tôi. Là một người giản dị, trầm tĩnh, ông đã làm việc tại Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên 27 năm và phụ trách bộ phận này từ năm 1990. “Anh có thể tới các khu rừng nhiệt đới ở Malaysia và tìm thấy các loài mới tương đối dễ dàng. Tôi từng tự làm điều đó trước đây rất lâu. Tôi chỉ cần nhìn xuống là thấy một loài chưa được ghi nhận.”

“Vậy là còn rất nhiều loài chưa được ai phát hiện?”

“Ồ, không. Không ai biết cả.”

Bạn sẽ không tin nổi lại có nhiều người trên thế giới sẵn sàng dành cả cuộc đời để nghiên cứu một thứ mù mịt đến vậy, nhưng thực tế là những người đam mê rêu lên tới hàng trăm, và họ cảm thấy thật sự yêu thích lĩnh vực này. “Ồ, vâng,” Ellis nói với tôi, “đôi khi các buổi họp hết sức sôi động.”

Tôi đã hỏi ông về một vấn đề gây tranh cãi.

“Đây là điều mà một trong các đồng hương của anh đã giáng lên đầu chúng tôi,” ông nói, khẽ mỉm cười và mở ra một công trình tham khảo nặng nề bao gồm những hình minh họa rêu, với những đặc điểm gần như hoàn toàn tương đồng khi nhìn bằng cặp mắt không chuyên. “Đây,” ông nói, gõ vào một bức hình, “từng là một chi, *Drepanocladus*. Giờ đây nó đã được xếp lại thành ba chi: *Drepanocladus, Warnstorfia* và *Hamatacoulis*.”

“Có phải điều đó đã gây bất ngờ lớn?” tôi hỏi với một chút hy vọng.

“Ồ, việc đó có ý nghĩa rất lớn. Nhưng nó đồng nghĩa với việc phải tái sắp xếp các bộ sưu tập, và nó khiến mọi cuốn sách bỗng trở nên lạc hậu, vì thế, bạn biết đấy, cũng có vài tiếng lầm bầm.”

Ông nói với tôi rằng rêu cũng ẩn chứa những điều bí mật. Một trường hợp nổi tiếng – nghĩa là nổi tiếng với giới rêu học – là về một loài rất hiếm, được phát hiện trong khuôn viên Đại học Stanford ở California có tên *Hyophila stanfordensis*, và sau đó cũng được phát hiện ở một lối đi tại Đại học Cornwall, nhưng chưa bao giờ được tìm thấy ở đâu khác. Vì sao nó lại xuất hiện ở hai nơi cách xa nhau như vậy vẫn là câu hỏi không lời đáp. “Hiện nó được gọi là *Hennediella stanfordensis*,” Ellis nói. “Người ta đã điều chỉnh lại pháp danh khoa học của nó.”

Chúng tôi cùng gật đầu đầy tư lự.

Khi một loài rêu mới được phát hiện, nó phải được so sánh với mọi loài rêu khác để đảm bảo rằng nó chưa được ghi nhận. Sau đó, một bản mô tả chính thức đi kèm hình ảnh minh họa phải được soạn và công bố trên một tạp chí uy tín. Toàn bộ quá trình đó thường mất ít nhất sáu tháng. Thế kỷ XX không phải là thời hoàng kim của việc phân loại rêu. Đa số công việc của thế kỷ này chỉ nhằm gỡ rối những nhầm lẫn và trùng lặp do thế kỷ XIX để lại.

Đây là thời hoàng kim của sưu tầm rêu. (Bạn hãy nhớ lại rằng cha của Charles Lyell là một nhà nghiên cứu rêu nổi tiếng.) Một người Anh có tên George Hunt đã săn tìm các loài rêu ở nước Anh siêng năng đến mức có lẽ ông đã góp phần gây ra sự tuyệt chủng của một vài loài. Nhưng chính nhờ nỗ lực đó mà bộ sưu tập của Len Ellis thuộc loại đầy đủ nhất thế giới. Tất cả 780.000 mẫu của ông đều được ép trong những tờ giấy nặng được gập đôi, trong đó có những mẫu rất cũ với lối chữ viết tay ngoằn ngoèo của thời Victoria. Một số, theo những gì chúng ta được biết, có thể đã từng thuộc về Robert Brown, nhà thực vật học vĩ đại thời Victoria, người khám phá ra chuyển động Brown và nhân của tế bào, cũng

là người sáng lập và điều hành phòng thực vật của bảo tàng trong 31 năm đầu tiên cho đến khi qua đời vào năm 1858. Tất cả số mẫu vật, được giữ trong những chiếc tủ gỗ gụ cũ bóng loáng, đều tốt đến mức tôi phải chú ý.

"Ồ, những thứ này thuộc về ngài Joseph Banks, lấy từ nhà của ông ấy ở quảng trường Soho," Ellis nói đơn giản như thể nhắc đến một món đồ IKEA mới mua. Ông đặt làm những chiếc tủ này để lưu giữ các mẫu vật thu được từ hành trình *Endeavour*. Ông nhìn những chiếc tủ đầy suy tư, như thể đây là lần đầu ông nhìn chúng lâu đến vậy. "Tôi không rõ vì sao cuối cùng chúng tôi lại có được chúng để phục vụ cho ngành nghiên cứu rêu," ông nói thêm.

Đây là một tiết lộ bất ngờ. Joseph Banks là nhà thực vật học vĩ đại nhất của nước Anh và hải trình *Endeavour* – chuyến đi đã giúp thuyền trưởng Cook vẽ lại lần sao Kim di chuyển ngang qua Trái Đất vào năm 1769 và tuyên bố Australia thuộc về triều đình, cùng nhiều sự kiện trọng đại khác – là chuyến thám hiểm thực vật học vĩ đại nhất trong lịch sử. Ông đã chi ra 10.000 bảng Anh, tương đương với khoảng 600.000 bảng theo thời giá hiện nay, để ông và một nhóm chín người – một nhà tự nhiên học, một thư ký, ba họa sĩ và bốn người hầu – khởi hành một cuộc phiêu lưu dài ba năm vòng quanh thế giới. Không ai biết thuyền trưởng Cook chất phác đã phải làm thế nào với một nhóm người quần là áo lượt, quen được nuông chiều như thế, nhưng có lẽ ông đã khá thích Banks và không thể không ngưỡng mộ tài năng của Ngài trong lĩnh vực thực vật học – một cảm xúc chung của hậu thế.

Trước và sau sự kiện này, chưa một nhóm nghiên cứu thực vật nào đạt được thành công lớn đến vậy. Một phần bởi chuyến đi đưa ông tới nhiều nơi mới mẻ và ít được biết đến – Tierra del Fuego, Tahiti, New Zealand, Australia, New Guinea, nhưng chủ yếu vì Banks là một nhà sưu tầm sáng tạo và sắc sảo. Khi không được phép cập cảng Rio de Janeiro vì vấn đề kiểm dịch, ông đã nấp trong một thùng thức ăn gia súc được gửi lên bờ để mua thức ăn cho các vật nuôi trên tàu, nhờ đó thực hiện nhiều khám phá mới. Dường như không có gì thoát khỏi tầm chú ý của ông. Tổng cộng, ông mang về 30.000 mẫu thực vật, trong đó có 1.400 loài chưa ai từng thấy trước đây – đủ để tăng số loài thực vật được biết đến trên thế giới lên khoảng một phần tư.

Song bộ sưu tập khổng lồ của Banks mới chỉ là một phần của thời đại mà con người ham lưu trữ đến phi lý. Sưu tầm thực vật gần như là một cơn sốt toàn cầu vào thế kỷ XVIII. Vinh quang và tiền bạc đều chờ đợi những người có thể tìm ra các loài mới, điều đó

khiến các nhà thực vật học cũng như các nhà thám hiểm nỗ lực thỏa mãn một thế giới luôn đói khát sự mới lạ trong nghề làm vườn. Thomas Nuttall, người đặt tên *wisteria* cho hoa tử đằng để tưởng nhớ Caspar Wistar, đã tới Mỹ với vai trò một thợ in có trình độ, nhưng đã phát hiện niềm đam mê dành cho thực vật, nên đã đi khắp nước Mỹ để thu thập hàng trăm loài cây vốn chưa từng được phát hiện. John Fraser, tên ông được đặt cho loài thông Fraser, đã bỏ nhiều năm sống ở nơi hoang dã để sưu tầm theo lệnh của Catherine Đại đế, và đến khi ông trở về, thì nước Nga đã có Sa hoàng mới. Vị Sa hoàng này nghĩ rằng ông bị điên và từ chối thực hiện giao kèo. Fraser mang mọi thứ tới Chelsea, tại đây ông lập một vườn ươm và sống dư dả nhờ bán cây đỗ quyên, mộc lan, dây leo Virginia, cúc tây và các loài kỳ hoa dị thảo khác cho một nhà quý tộc người Anh hào phóng.

Nếu tìm ra đúng loại, người ta có thể kiếm được rất nhiều tiền. John Lyon, một nhà thực vật học nghiệp dư, đã dành hai năm đầy khó khăn, nguy hiểm để sưu tầm thực vật. Đổi lại, những nỗ lực đó mang lại cho ông 125.000 bảng Anh theo thời giá hiện nay. Tuy vậy, cũng có nhiều người theo đuổi sưu tầm chỉ vì tình yêu thực vật. Nuttall tặng phần lớn những gì ông tìm thấy cho các vườn thực vật ở Liverpool. Cuối cùng, ông là giám đốc Vườn Thực vật Harvard và là tác giả của bách khoa toàn thư *Genera of North American Plants* [*Các chi thực vật tại Bắc Mỹ*], trong đó, ông không chỉ viết mà còn sắp chữ gần như toàn bộ.

Đây mới chỉ là về thực vật. Còn có vô số động vật của tân thế giới – kangaroo, kiwi, gấu mèo, linh miêu, muỗi và rất nhiều loài khác gây tò mò ngoài sức tưởng tượng. Các chủng loài của sự sống trên Trái Đất dường như vô hạn, như Jonathan Swift đã viết:

> *Các nhà tự nhiên học quan sát con bọ chét*
>
> *Biến những con bọ chét nhỏ hơn thành con mồi;*
>
> *Và chúng lại có những con nhỏ hơn nữa để cắn;*
>
> *Cứ thế cho đến tận cùng.*

Mọi thông tin mới lại cần được phân loại, sắp xếp, đối chiếu với những thứ đã được biết đến. Thế giới rất cần một hệ thống phân loại hiệu quả. May mắn thay, một người Thụy Điển đã đứng lên, sẵn sàng làm ra nó.

Ông là Carl Linné (về sau được đổi một cách hợp pháp sang cái tên quý tộc hơn, von Linné), song ngày nay người ta nhớ tới ông chủ

yếu qua cái tên viết theo tiếng Latin, Carolus Linnaeus. Ông sinh năm 1707 ở ngôi làng Råshult miền nam Thụy Điển, là con của một cha phó dòng Luther nghèo nhưng tham vọng. Ông từng là một học sinh chậm hiểu đến nỗi bị người cha nổi nóng của mình bắt đi học (hoặc suýt bị bắt đi học, theo một số tài liệu) nghề đánh giày. Sợ hãi với viễn cảnh phải đem cả cuộc đời để đóng đinh vào da, Linné cầu xin cha một cơ hội khác và được chấp thuận. Từ đó về sau, ông không bao giờ xa rời vị trí nổi bật trong học thuật. Ông học dược tại Thụy Điển và Hà Lan, dù có đam mê với thế giới tự nhiên. Trong thập kỷ 1730, khi mới khoảng 20 tuổi, ông bắt đầu lập ra các danh mục động vật và thực vật, sử dụng hệ thống do chính mình sáng tạo ra và dần trở nên nổi tiếng.

Ông dành phần lớn thời gian rảnh để tự họa những bức chân dung ca ngợi bản thân, tuyên bố rằng chưa từng có "một nhà thực vật học hay động vật học nào vĩ đại hơn", và rằng hệ thống phân loại của ông là "một trong những thành tựu khoa học vĩ đại nhất". Một cách khiêm tốn, ông đề xuất rằng bia mộ của ông nên mang dòng chữ *Princeps Botanicorum* [*Hoàng tử Thực vật học*]. Thắc mắc về cách tự đánh giá bản thân đầy kiêu hãnh của ông là điều không hề khôn ngoan. Những ai dại dột làm vậy sẽ sớm thấy tên mình bị đặt cho các loài cỏ dại.

Một đặc điểm nổi bật khác của Linnaeus là nỗi ám ảnh thường trực – đôi lúc có thể xem như sự háo hức – về tính dục. Ông đặc biệt lưu ý sự giống nhau giữa thực vật hai lá mầm và âm hộ của phụ nữ. Với các bộ phận của một loài sò, ông đã đặt cho chúng những cái tên như âm hộ, môi âm hộ, lông, hậu môn và màng trinh. Ông nhóm các thực vật theo tính chất của cơ quan sinh sản và gán cho chúng sự hiếu sắc của con người. Ông mô tả các loài hoa và hành vi của chúng với các từ ngữ như giao phối lăng nhăng, thê thiếp già nua và giường cưới. Vào mùa xuân, ông đã viết một đoạn văn thường được trích dẫn như sau:

> *Đến cả cây cối cũng có tình yêu. Nam và nữ… tiến hành hôn phối… qua cơ quan sinh dục cho thấy đâu là nam, đâu là nữ. Đài hoa đóng vai trò như chiếc giường cưới mà tạo hóa đã khéo léo sắp đặt, trang trí bằng những tấm trải giường sang trọng và xức thêm các mùi hương dịu dàng để cho chú rể và cô dâu ăn mừng lễ thành thân của họ trong sự trang nghiêm hơn. Khi giường cưới đã sẵn sàng, đây là lúc chú rể ôm người vợ thân yêu vào lòng và hiến dâng mình cho nàng.*

Ông đã đặt tên cho một chi thực vật là Clitoria (âm vật). Không ngạc nhiên khi nhiều người cho rằng ông lập dị, nhưng dù sao hệ

thống phân loại của ông thì thật khó chê trách. Linnaeus đặt cho thực vật những cái tên mô tả rất dài dòng. Loài anh đào đất thông dụng được đặt tên là *Physalis amno ramosissime ramis angulosis glabris foliis dentoserratis*. Linnaeus rút ngắn lại thành *Physalis angulata*, và tên này được dùng cho đến ngày nay. Thế giới thực vật cũng lộn xộn không kém vì sự thiếu nhất quán trong cách đặt tên. Một nhà thực vật học sẽ không dám chắc liệu *Rosa sylvestris alba cum rubore, folio glabro* có phải chính là loài được nhiều người gọi là *Rosa sylvestris inodora seu canina* hay không. Linnaeus đã giải quyết vấn đề bằng cách gọi nó đơn giản là *Rosa canina*. Để việc rút gọn trở nên hữu dụng và được mọi người chấp nhận, không chỉ cần sự quyết đoán đơn thuần. Nó đòi hỏi một bản năng, đúng hơn là thiên tài, để chỉ ra các đặc tính nổi bật của một loài.

Hệ thống Linnaeus chặt chẽ đến mức chúng ta khó có thể hình dung một giải pháp thay thế. Nhưng trước Linnaeus, các hệ thống phân loại thường rất dễ thay đổi. Có thể phân loại động vật dựa trên việc chúng sống hoang dã hay được thuần dưỡng, dưới nước hay trên cạn, to hay nhỏ, thậm chí theo tầm quan trọng của chúng. Buffon đã sắp xếp động vật dựa trên sự hữu ích đối với con người. Hầu như không ai xem xét theo đặc tính cấu tạo thân thể. Linnaeus đã dành trọn cuộc đời khắc phục thiếu sót này bằng cách sắp xếp tất cả sinh vật sống theo đặc tính vật lý của chúng. Ngành khoa học phân loại bắt đầu từ đó.

Tất nhiên, tất cả đều rất tốn thời gian. Bản đầu tiên của tác phẩm *Systema Naturae* [tạm dịch: *Hệ thống Tự nhiên*] vĩ đại xuất bản năm 1735 chỉ dài 14 trang. Nó ngày một dày hơn và đến khi ấn bản thứ 12 ra đời – bản cuối cùng mà Linnaeus được thấy khi còn sống – nó đã lên đến ba tập với 2.300 trang. Cuối cùng, ông đã đặt tên và ghi nhận khoảng 13.000 loài thực vật và động vật. Có những công trình khác đầy đủ hơn – 3 tập *Historia Generalis Plantarum* [tạm dịch: *Lịch sử các chi thực vật*] do John Ray xuất bản ở Anh trước đó một thế hệ đã chỉ ra ít nhất 18.625 loài tính riêng thực vật – nhưng điều chỉ Linnaeus làm được là sự nhất quán, trật tự, đơn giản và kịp thời. Dù ông bắt đầu làm việc từ những năm 1730, nhưng phải đến những năm 1760 công trình của ông mới nổi tiếng ở Anh, rất đúng lúc để đưa Linnaeus trở thành một tiền bối trong giới thực vật học tại đây. Anh cũng là nơi hệ thống của ông được đón nhận nồng nhiệt nhất (đó là vì sao Hội Linnaean có trụ sở ở London chứ không phải Stockholm).

Linnaeus không phải lúc nào cũng đúng. Ông tin những chuyện hoang đường về quái vật và người khổng lồ do các thủy thủ và

nhiều du khách giàu trí tưởng tượng khác kể lại. Trong số đó phải kể đến những miêu tả về một giống người hoang dã, *Homo ferus*, đi bằng bốn chân, chưa biết giao tiếp bằng lời nói và *Homo caudatus*, người có đuôi. Nhưng bạn đừng quên đây là một thời đại mà ai cũng cả tin như thế. Ngay cả Joseph Banks vĩ đại cũng quan tâm và tin vào loạt báo cáo về việc nhìn thấy tiên cá ngoài khơi Scotland vào cuối thế kỷ XVIII. Về cơ bản, các sai sót của Linnaeus đều được bù đắp bởi một hệ thống phân loại hữu ích và thông minh. Trong nhiều thành tựu, ông nhận thấy rằng cá voi giống với bò, chuột và các động vật trên cạn khác thuộc lớp động vật bốn chân (về sau đổi thành lớp thú), điều trước đây chưa ai làm được.

Ban đầu, Linnaeus dự định đặt tên mỗi loài thực vật với một chi và gắn với một con số – chẳng hạn, *Convolvulus 1, Convolvulus 2, v.v...* – nhưng ông sớm nhận ra cách làm này không ổn và quyết định sử dụng danh pháp hai phần. Đây vẫn là linh hồn của cả hệ thống cho đến ngày nay. Ông có ý định dùng hệ thống hai phần này cho mọi thứ – đá, khoáng chất, bệnh tật, gió hay tất cả những gì tồn tại trong tự nhiên. Không phải ai cũng nhiệt tình đón nhận hệ thống này. Nhiều người thấy không hài lòng với xu hướng khiếm nhã của nó, trong khi thật mỉa mai là trước thời Linnaeus, tên gọi thông dụng của nhiều loài động vật và thực vật vốn rất thô tục. Bồ công từng được biết đến rộng rãi với cái tên "tiểu trên giường" do đặc tính lợi tiểu của nó cùng nhiều cái tên khác được sử dụng trong cuộc sống hằng ngày. Một vài tên gọi trần tục cho đến nay vẫn tồn tại trong ngôn ngữ hiện đại. Chẳng hạn, *maidenhair moss* (cỏ đuôi chồn – trong tiếng Anh, *maiden* nghĩa là gái đồng trinh, *hair* là lông hay tóc) hoàn toàn không ám chỉ tóc của một cô gái. Vì từ lâu người ta tưởng rằng khoa học tự nhiên được tôn lên nhờ các tên gọi cổ điển, vì thế hẳn nhiều người sẽ thất vọng khi biết Hoàng tử Thực vật học tự phong đã đưa vào các công trình của mình những từ ngữ như *Clitoria* (âm vật), *Fornicata* (thông dâm) và *Vulva* (âm hộ).

Suốt nhiều năm, rất nhiều tên gọi đã bị loại bỏ một cách lặng lẽ (dù không phải tất cả: loài ốc đá quen thuộc vẫn được gọi là *crepidula fornicata* trong một số dịp trọng đại). Bên cạnh đó, còn có nhiều điều chỉnh do đòi hỏi ngày càng chuyên biệt của khoa học. Đặc biệt, hệ thống được củng cố bằng cách đưa thêm vào các thứ bậc bổ sung. *Chi* và *loài* đã được các nhà tự nhiên học sử dụng cả thế kỷ trước Linnaeus, còn *lớp*, *bộ* và *họ* theo nghĩa sinh học đều đã được sử dụng từ thập kỷ 1750-1760. Tuy nhiên, ngành chưa được đưa ra cho đến tận năm 1876 (bởi nhà khoa học người Đức, Ernst Haeckel). *Họ* và *bộ* được xem là các khái niệm thay thế

nhau cho đến tận đầu thế kỷ XX. Suốt một thời gian dài, các nhà động vật học sử dụng thuật ngữ *họ* trong khi các nhà thực vật học dùng *bộ*, điều này thường gây nhầm lẫn cho nhiều người.[1]

---

[1]· Lấy ví dụ, chúng ta thuộc vực nhân chuẩn, giới động vật, ngành động vật có dây sống, phân ngành động vật có cột sống, lớp động vật có vú, bộ linh trưởng, họ người, chi người và loài người hiện đại. (Theo tôi được biết, truyền thống là viết in nghiêng chi và loài và viết thường đối với các thứ bậc cao hơn.) Một số nhà phân loại học còn sử dụng các cách phân chia chi tiết hơn: tông, phân bộ, phân thứ bộ, tiểu bộ và nhiều thuật ngữ khác.

Linnaeus đã chia thế giới động vật thành sáu nhóm: động vật có vú, bò sát, chim, cá, côn trùng và giun, và giun là nhóm gồm để chỉ mọi thứ không thể xếp vào năm nhóm đầu tiên. Ngay từ đầu, người ta đã nhận ra rằng việc xếp tôm hùm vào cùng một nhóm với giun thật bất hợp lý, và vì thế nhiều nhóm khác như động vật thân mềm và giáp xác được tạo ra. Thế nhưng, những cách phân loại này được áp dụng không giống nhau giữa các nước. Trong nỗ lực nhằm tái thiết quy tắc chuẩn, vào năm 1842, người Anh công bố bộ Quy tắc Stricklandian; nhưng vì người Pháp nhận thấy đây là một hành động cao tay, nên Hội Động vật học đã đưa ra một bộ quy tắc trái ngược. Trong khi đó, Hội Điểu học Hoa Kỳ, vì những lý do chưa rõ, quyết định sử dụng bản *Hệ thống Tự nhiên* năm 1758 làm cơ sở cho việc phân loại thay vì phiên bản 1766 được sử dụng ở những nơi khác, điều đó đồng nghĩa với việc nhiều loài chim ở Mỹ trong thế kỷ XIX thuộc chi khác với họ hàng của chúng ở châu Âu. Mãi đến năm 1902, tại một trong những hội nghị đầu tiên của Ủy ban Động vật học Thế giới, các nhà tự nhiên học mới thể hiện tinh thần thỏa hiệp và chấp nhận một bộ quy tắc quốc tế.

Phân loại đôi khi được xem như một ngành khoa học, đôi lúc là một nghệ thuật, nhưng nó luôn là một bãi chiến trường. Thậm chí hệ thống này ngày nay vẫn lộn xộn hơn nhiều so với suy nghĩ của đa số. Hãy xem xét ngành, cấp độ mô tả cấu trúc cơ thể cơ bản của sinh vật. Một số ngành khá quen thuộc như động vật thân mềm (sò và ốc sên), động vật chân đốt (côn trùng và các loài thân giáp) và động vật có dây sống (con người và các loài động vật khác có xương sống hoặc tiền xương sống); sau đó mọi thứ lập tức chuyển sang hướng tối tăm. Trong số đó, chúng ta có thể liệt kê ra các ngành gnathostomulida (các loài sâu biển), ruột khoang (sứa, hải quỳ và san hô) và ngành priapulida rất nhạy cảm (hay còn gọi là sâu dương vật). Chúng đều là các nhóm cơ bản, dù quen thuộc hay không. Điều đáng ngạc nhiên là có rất ít sự đồng thuận xung quanh việc có hoặc phải có bao nhiêu ngành. Đa số các nhà sinh

vật học đồng ý với con số khoảng 30, nhưng cũng có một số người lựa chọn một con số khoảng 20. Cá biệt, Edward O. Wilson khi viết cuốn *The Diversity of Life* [tạm dịch: *Sự sống đa dạng*] đã đưa ra con số lớn đến bất ngờ: 89. Điều này phụ thuộc vào cách bạn tiến hành phân loại – bạn là người thích cộng gộp hay thích phân chia, theo ngôn ngữ sinh vật học.

Ở cấp độ được sử dụng phổ biến hơn, đó là loài, vấn đề bất đồng thậm chí còn gay gắt hơn. Dù việc một loài cỏ có tên là *aegilops incurva, aegilops incurvata* hay *aegilops ovata* sẽ không khiến những người ngoại đạo phải bận tâm, nó lại có thể trở thành nguồn gốc của những tranh cãi nảy lửa giữa các nhà thực vật học. Vấn đề là có 5.000 loài cỏ và nhiều loài giống nhau đến mức hoàn hảo ngay cả với những người am hiểu chúng. Do đó, một số loài đã được phát hiện và đặt tên ít nhất đến 20 lần, và có lẽ không có loài nào chưa từng được đặt tên độc lập ít nhất hai lần. Hai tập *Sổ tay các loài cỏ ở Hoa Kỳ* đã dành 200 trang liên tục liệt kê ra tất cả các tên gọi đồng nghĩa, mà các nhà thực vật học gọi là trùng lặp phổ biến nhưng không chủ ý. Đó mới chỉ là cỏ ở một quốc gia.

Để xử lý những bất đồng ở cấp độ quốc tế, Hội Phân loại Thực vật quốc tế chịu trách nhiệm phán xử về những vấn đề liên quan tới quyền ưu tiên về đặt pháp danh hoặc cách giải quyết những trùng lặp. Thỉnh thoảng, họ sẽ ban hành những quyết định, như tuyên bố *zauschneria californica* (một loài thực vật phổ biến ở các bãi đá) từ nay trở đi phải được gọi là *epilobium canum*; hay *aglaothamnion tenuissimum* nên được xem là cùng loài với *aglaothamnion byssoides* chứ không phải là *aglaothamnion pseudobyssoides*. Thông thường đây là các vấn đề nhỏ không thu hút nhiều sự chú ý; nhưng khi chúng động chạm tới những loài cây trồng được yêu quý, sẽ xuất hiện những tranh cãi nảy lửa. Trong cuối thập kỷ 1980, loài hoa cúc phổ biến có tên *chrysanthemum* đã bị loại bỏ (dựa vào những nguyên tắc khoa học hết sức rõ ràng) khỏi chi cùng tên và giáng xuống chi *dendranthema* tương đối buồn tẻ và ít được ưa chuộng.

Số người trồng hoa cúc rất đông và đầy kiêu hãnh, họ đệ trình phản đối lên Ủy ban Thực vật có hạt. (Ngoài ra còn có các ủy ban chuyên về dương xỉ, rêu và nấm, bên cạnh nhiều ủy ban khác, tất cả đều báo cáo lên cho người phụ trách hay còn gọi là báo cáo viên trưởng; đây thật sự là một tổ chức đáng mến.) Dù các nguyên tắc của danh mục phải được tuân thủ chặt chẽ, nhưng các nhà thực vật học cũng không thể thờ ơ trước tình cảm này, nên vào năm 1995, quyết định đã bị đảo ngược. Những sự điều chỉnh tương tự đã giúp dạ yến thảo, dây gối và loài loa kèn đỏ quen thuộc không

bị giáng bậc. Tuy nhiên, nhiều loài hoa phong lữ vài năm trước, dù vấp phải sự phản đối, đã bị chuyển sang chi mỏ hạc. Những tranh luận này được khảo sát và ghi lại một cách hết sức lý thú trong cuốn *The Potting-Shed Papers* [tạm dịch: *Hồ sơ Nhà ươm*].

Những tranh chấp và sắp xếp lại kiểu như vậy có thể thấy ở mọi lĩnh vực của sự sống, chính vì thế, việc duy trì hoạt động kiểm đếm tổng thể không hề đơn giản. Do đó, thật đáng ngạc nhiên là chúng ta không hề biết gì – "kể cả khi tiệm cận với nó" như lời của Edward O. Wilson – về số sinh vật đang sống trên hành tinh. Con số ước đoán dao động từ 3 triệu tới 200 triệu. Kỳ lạ hơn, theo một bài báo trên tờ *The Economist*, có đến 97% các loài thực vật và động vật trên thế giới có thể vẫn đang chờ được phát hiện.

Về các sinh vật mà chúng ta đã biết, hơn 99% chỉ được phác họa sơ sài – "với một cái tên khoa học, vài mẫu vật trong một viện bảo tàng, một vài đoạn giới thiệu trên các tạp chí khoa học" đó là những gì Wilson nói về tình trạng kiến thức của chúng ta. Trong cuốn *The Diversity of Life*, ông ước đoán số loài đã được biết đến – thực vật, côn trùng, vi khuẩn, tảo và tất cả những thứ khác – rơi vào khoảng 1,4 triệu, nhưng cũng nói thêm đây chỉ là suy đoán. Một số tác giả khác đưa ra con số cao hơn một chút, từ 1,5 đến 1,8 triệu loài; song vì không có cơ chế ghi chép tập trung nên không có cách nào để kiểm chứng số liệu. Tóm lại, tình thế của chúng ta hiện nay là: chúng ta không hề biết rằng mình thật sự biết những gì.

Theo nguyên tắc, bạn phải gặp các chuyên gia ở từng lĩnh vực chuyên môn, rồi hỏi họ xem có bao nhiêu loài trong lĩnh vực của họ, sau đó tính tổng số. Thực tế, nhiều người đã làm như vậy. Vấn đề là ít khi có hai người đưa ra cùng một kết quả. Một số tài liệu cho rằng số loài nấm là 70.000, trong khi các tài liệu khác đưa ra con số 100.000 – gần gấp rưỡi. Một số người khẳng định đầy tự tin rằng tổng số loài giun là 4.000 và một số người khác cũng tự tin không kém khi đưa ra con số 12.000. Với côn trùng, con số dao động từ 750.000 đến 950.000 loài. Bạn nên nhớ đây có lẽ chỉ là số các loài *đã được biết đến*. Đối với thực vật, con số được chấp nhận phổ biến nằm trong khoảng từ 248.000 tới 265.000. Đây có vẻ là một chênh lệch không quá lớn nhưng nó nhiều gấp 20 lần tổng số loài thực vật có hoa trên toàn Bắc Mỹ.

Sắp xếp mọi thứ theo trật tự không phải là nhiệm vụ dễ dàng nhất. Đầu những năm 1960, Colin Groves đến từ Đại học Quốc gia Australia đã bắt đầu khảo sát một cách hệ thống về hơn 250 loài linh trưởng đã được biết đến. Ông nhận thấy, hóa ra một số loài đã

được mô tả nhiều hơn một lần – đôi khi là một vài lần – và những người phát hiện ra chúng không hề nhận ra là mình đang nghiên cứu một động vật đã được khoa học biết đến. Phải mất bốn thập kỷ, Groves mới gỡ rối được tất cả, và đây mới chỉ là về một nhóm tương đối nhỏ gồm các sinh vật tương đối dễ phân biệt và thường không gây tranh cãi. Không biết kết quả sẽ ra sao nếu ai đó cố gắng làm điều tương tự với khoảng 20.000 loài địa y, 50.000 loài thân mềm và hơn 400.000 loài bọ cánh cứng.

Chắc chắn là sự sống ngoài kia rất đa dạng, dù số lượng các loài thực tế vẫn chỉ là những ước đoán dựa trên phép ngoại suy – đôi khi lại là những phép ngoại suy quá rộng. Trong một thí nghiệm nổi tiếng được tiến hành vào thập niên 1980, Terry Erwin đến từ Viện Smithsonia đã phun thuốc diệt côn trùng ở 19 khu rừng nhiệt đới ở Panama, sau đó thu gom tất cả những gì rơi vào những tấm lưới mà ông đã giăng sẵn. Những gì ông thu được từ đó (thực ra là nhiều mẻ lưới, vì ông lặp đi lặp lại thí nghiệm theo mùa để đảm bảo bắt được các loài di cư) là 1.200 loài bọ cánh cứng. Dựa trên sự phân bổ của bọ cánh cứng ở nơi khác, số loài khác cư trú trên cây trong rừng, số rừng trên thế giới, số loài côn trùng khác, nghĩa là một danh sách rất dài, ông ước tính con số 30 triệu loài côn trùng trên khắp hành tinh – một con số mà về sau ông cho là quá thận trọng. Những người khác sử dụng số liệu giống hệt hoặc tương tự đã đưa ra con số 13 triệu, 80 triệu hoặc 100 triệu loài côn trùng. Tuy vậy, cần thấy rằng những con số trên, dù được tính toán cẩn thận đến đâu, tính khoa học của chúng cũng không nhiều hơn tính giả định.

Theo tờ *Wall Street Journal*, trên thế giới có "khoảng 10.000 nhà phân loại đang hoạt động" – đây không phải là con số lớn nếu bạn nghĩ tới khối lượng công việc họ phải đảm nhận. Song, tờ báo cũng nói thêm rằng do chi phí (khoảng 1.250 bảng Anh mỗi loài) và các công việc giấy tờ, nên chỉ khoảng 15.000 loài được ghi nhận mỗi năm.

"Đây không phải cuộc khủng hoảng đa dạng sinh học mà là cuộc khủng hoảng phân loại!" Koen Maes đã thốt lên. Nhà khoa học gốc Bỉ này phụ trách lĩnh vực động vật không xương sống tại Bảo tàng Quốc gia Kenya, tôi có dịp gặp gỡ ông chốc lát trong chuyến viếng thăm đất nước này vào mùa thu năm 2002. Khắp châu Phi không có bất cứ nhà phân loại nào có chuyên môn sâu. "Ở Bờ Biển Ngà có một người, nhưng tôi nghĩ ông ấy đã về hưu," Maes nói. Phải mất tám tới mười năm để đào tạo một nhà phân loại, nhưng không ai muốn phải đến châu Phi. "Họ là của hiếm thực sự," Maes nói thêm. Ông cho biết chính mình cũng sẽ buộc phải ra đi vào cuối

năm. Sau bảy năm làm việc ở Kenya, hợp đồng của ông sẽ không được tiếp tục. "Vì không có tiền," Maes giải thích.

Trong một bài viết trên tạp chí Nature vài tháng trước đó, nhà sinh vật học người Anh, G. H. Godfray, nhận định rằng có "một sự thiếu thốn quá kéo dài về uy tín và nguồn lực" phân loại ở mọi nơi. Kết quả là "nhiều loài vẫn chỉ được mô tả rất sơ sài trong các ấn phẩm xuất bản biệt lập, trong khi không có nỗ lực nào nhằm so sánh một đơn vị phân loại mới với các loài bằng cách phân loại hiện có." Hơn nữa, phần lớn thời gian của các nhà phân loại vốn không dành để mô tả các loài mới mà đơn giản hơn, chỉ là sắp xếp những loài đã biết. Theo Godfray, nhiều người "dành gần như toàn bộ sự nghiệp để diễn giải công việc của các nhà phân loại thế kỷ XIX: giải mã những đoạn mô tả không thỏa đáng đã được xuất bản, hoặc ở lì trong các bảo tàng trên thế giới để nghiên cứu các tài liệu in ấn trong tình trạng rất tồi tệ". Godfray đặc biệt nhấn mạnh việc người ta vẫn chưa chú ý tới tiềm năng dùng Internet để hệ thống hóa các phân loại. Sự thật là ngành phân loại nhìn chung vẫn gắn bó một cách kỳ lạ với giấy tờ.

Trong nỗ lực nhằm đưa mọi thứ theo kịp kỷ nguyên hiện tại, vào năm 2001, Kevin Kelly, đồng sáng lập tạp chí Wired, đã thiết lập một tổ chức tên là Quỹ Các Loài với mục đích tìm kiếm và ghi lại thông tin về mọi loài sinh vật sống vào một cơ sở dữ liệu. Chi phí cho công việc này được dự tính là vào khoảng từ 1,3 tỷ tới 30 tỷ bảng Anh. Tới đầu năm 2002, quỹ này mới chỉ có ngân sách 750.000 bảng Anh và bốn nhân việc làm việc toàn thời gian.

Theo các con số, nếu còn có khoảng 100 triệu loài côn trùng chưa được phát hiện và tốc độ phát hiện vẫn như hiện nay, chúng ta sẽ biết chính xác số loài côn trùng trong khoảng 15.000 năm nữa. Sẽ mất nhiều thời gian hơn đối với giới thực vật. Vậy vì sao chúng ta lại biết ít như vậy? Số lý do có lẽ cũng nhiều không kém gì số động vật còn cần phải đếm, nhưng sau đây là một vài nguyên do.

Hầu hết các sinh vật đều nhỏ và dễ bị bỏ qua. Về mặt thực tế, đây không phải luôn là điều xấu. Bạn chắc sẽ khó mà ngủ ngon nếu biết trên đệm của mình có khoảng hai triệu con mạt siêu nhỏ chỉ chờ để hút những chất nhờn bạn tiết ra và xâu xé những mẩu da bong ra khi bạn ngủ gà gật hay trở mình. Riêng gối ngủ của bạn có thể là nơi cư trú của bốn vạn sinh vật như vậy (đối với chúng, đầu bạn chỉ là một nguồn chất nhờn khổng lồ). Bạn đừng nghĩ rằng chiếc vỏ gối sạch sẽ tạo ra khác biệt. Với các sinh vật bằng cỡ với những con mạt trên giường, loại sợi dệt nhỏ nhất của con người cũng lớn ngang dây chão trên tàu. Thực tế, nếu gối của bạn đã

dùng được sáu năm – mức thời gian sử dụng trung bình của một chiếc gối – thì ước chừng một phần mười khối lượng của nó là "da chết, mạt còn sống, mạt đã chết và phân của chúng", theo lời tiến sĩ John Maunder thuộc Trung tâm Côn trùng học Y tế Anh quốc, người đã tiến hành đo đạc điều này. (Nhưng ít ra đây còn là những con mạt của bạn. Thử tưởng tượng xem bạn sẽ rúc vào thứ gì mỗi khi leo lên một chiếc giường khách sạn.)[1] Lũ mạt này đã sống cùng chúng ta từ xa xưa, nhưng phải đến năm 1965 mới được phát hiện.

---

[1] · Tình hình đang trở nên tồi tệ hơn do một số vấn đề về vệ sinh. Tiến sĩ Maunder cho rằng xu hướng sử dụng bột giặt với máy giặt nhiệt độ thấp đã khuyến khích các loài mạt sinh sôi. Như ông đã nói: "Nếu bạn giặt quần áo bẩn ở nhiệt độ thấp, thứ bạn nhận được là những con mạt sạch hơn."

Nếu các sinh vật gắn chặt với con người như những con mạt giường còn không được chú ý cho đến tận thời đại của ti-vi màu, không có gì đáng ngạc nhiên nếu chúng ta mù mờ về đa phần thế giới nhỏ bé còn lại. Hãy đi vào rừng – bất cứ khu rừng nào – cúi xuống và bốc lên một nắm đất, vậy là bạn đang nắm khoảng 10 tỷ con vi khuẩn trong tay, và phần lớn chúng đều chưa được khoa học biết đến. Nắm đất ấy cũng có thể chứa khoảng một triệu nấm men, 200.000 cây nấm nhỏ như sợi tóc gọi là mốc, và khoảng 10.000 sinh vật đơn bào (trong đó, chủ yếu là amip); ngoài ra còn có các loại luân trùng, giun dẹp, giun tròn và các loài vi sinh vật khác. Một tỷ lệ lớn trong đó cũng chưa hề được biết đến.

Một trong những cuốn sách đầy đủ nhất về vi sinh vật, *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* [tạm dịch: *Sổ tay của Bergey về vi khuẩn học hệ thống*], liệt kê khoảng 4.000 loài vi khuẩn. Vào thập niên 1980, Jostein Goksøyr và Vigdis Torsvik, hai nhà khoa học người Na Uy, đã lấy ngẫu nhiên một gam đất từ khu rừng sồi gần phòng thí nghiệm của họ ở Bergen và phân tích cẩn thận lượng vi khuẩn trong đó. Họ nhận thấy mẫu rất nhỏ này chứa từ 4.000-5.000 loài vi khuẩn khác nhau, nhiều hơn tổng số vi khuẩn được đưa ra trong *Sổ tay của Bergey*. Sau đó, họ đi tới vùng duyên hải cách đó vài dặm, lấy một gam đất khác và phát hiện thấy nó chứa 4.000-5.000 loài *khác*. Edward O. Wilson nhận xét: "Nếu có đến 9.000 loài vi khuẩn tồn tại chỉ trong hai nhúm đất lấy từ hai nơi cùng ở Na Uy, liệu còn bao nhiêu loài nữa đang chờ chúng ta phát hiện ở những nơi khác?" Theo một dự đoán, con số có thể lên đến 400 triệu.

Chúng ta không tìm đúng chỗ. Trong *The Diversity of Life*, Wilson

kể lại chuyện một nhà thực vật học dành một vài ngày cuốc bộ quanh một khu rừng rộng 10 héc- ta ở Borneo và phát hiện được 1.000 loài thực vật có hoa mới – nhiều hơn số loài được tìm thấy trên khắp Bắc Mỹ. Các loài này không hề khó tìm. Vấn đề là trước đó chưa có ai ngó ngàng tới khu vực này. Koen Maes tại Bảo tàng Quốc gia Kenya cho biết ông đã tới những khu rừng mây, vì Kenya nổi tiếng với những khu rừng trên đỉnh núi, và trong nửa giờ tìm kiếm không mấy chăm chú, ông đã tìm ra bốn loài động vật nhiều chân mới, trong đó có ba loài thuộc các chi mới; và một loài cây mới. "Đó là cây to," ông nói thêm, và vòng tay như thể sắp ôm một bạn nhảy rất lớn. Rừng mây hình thành trên đỉnh các cao nguyên và đôi khi bị lãng quên suốt hàng triệu năm. "Chúng cung cấp môi trường tuyệt vời cho sinh vật nhưng hầu như chưa từng được nghiên cứu," ông nói.

Xét tổng thể, rừng nhiệt đới chỉ chiếm khoảng 6% diện tích bề mặt Trái Đất nhưng chúng lại là nơi cư trú của hơn một nửa số loài động vật và khoảng hai phần ba số loài thực vật có hoa – trong đó đa số vẫn là ẩn số với con người vì quá ít nhà nghiên cứu bỏ thời gian đến đây. Không phải ngẫu nhiên, rất nhiều trong số này có thể rất có giá trị. Ít nhất 99% loài thực vật có hoa chưa từng được kiểm tra dược tính. Vì không thể chạy trốn kẻ thù, nên thực vật phải xoay xở tìm ra phương pháp phòng vệ hóa học, và do đó chúng tạo ra nhiều hợp chất hấp dẫn. Đến nay, gần 25% thuốc men có nguồn gốc từ 40 loài cây, 16% khác đến từ vi khuẩn và động vật, do đó, một nguy cơ nghiêm trọng đi cùng nạn chặt phá rừng là sự suy giảm nguồn dược liệu thiết yếu. Bằng phương pháp tổ hợp hóa học, các nhà hóa học có thể lập tức tạo ra 40.000 hợp chất trong phòng thí nghiệm, nhưng các sản phẩm này mang tính ngẫu nhiên và thường là vô dụng. Trong khi đó, bất cứ phân tử nào trong tự nhiên cũng đều đã trải qua thứ mà tờ *The Economist* gọi là "chương trình chọn lọc tối cao: hơn 3,5 tỷ năm tiến hóa".

Tuy vậy, tìm kiếm các loài chưa được biết đến không chỉ đơn giản là đi đến những nơi xa xôi, biệt lập. Trong cuốn *Life: An Unauthorised Biography*, Richard Fortey đã lưu ý việc người ta đã tìm thấy một loài cổ khuẩn trên tường một quán rượu ở nông thôn, "nơi những người đàn ông tiểu tiện lên trong nhiều thế hệ" – một phát hiện có lẽ đòi hỏi tỷ lệ may mắn hiếm hoi và sự tận tâm cùng một phẩm chất nào đó khác mà chúng ta chưa biết.

Không có đủ chuyên gia. Số lượng sinh vật cần được phát hiện, kiểm tra và ghi nhận vượt xa số nhà khoa học sẵn có để đảm nhận công việc này. Hãy xem xét các sinh vật kiên cường và ít được biết đến như là *bdelloid rotifer*. Đây là những sinh vật nhỏ bé có thể

sống sót trong bất cứ điều kiện nào. Khi gặp hoàn cảnh không thuận lợi, chúng co lại trong hình dáng bé nhỏ, ngừng trao đổi chất, và chờ thời cơ tốt hơn. Trong tình trạng này, bạn có thể thả chúng vào nước sôi hoặc đóng băng chúng ở độ 0 tuyệt đối – tại nhiệt độ này, ngay cả các nguyên tử cũng ngừng hoạt động – khi mọi khó khăn đã qua, trong môi trường dễ chịu hơn, chúng sẽ nở ra và sống tiếp như thể chưa có gì xảy ra. Cho tới nay, khoảng 500 loài đã được nhận diện (có nguồn đưa ra con số 360), song không ai biết, dù biết rất mơ hồ, tổng số có thể lên đến bao nhiêu. Suốt nhiều năm, gần như tất cả những gì con người biết về chúng đều nhờ một nhà khoa học nghiệp dư tận tâm, nhân viên văn phòng David Bryce ở London. Ông nghiên cứu về chúng trong thời gian rảnh rỗi. *Bdelloid rotifer* có mặt ở khắp mọi nơi, nhưng các chuyên gia về chúng trên thế giới thì lại không có nhiều.

Ngay cả những sinh vật quan trọng và phổ biến như nấm cũng không thu hút nhiều sự chú ý. Nấm có mặt ở mọi nơi dưới nhiều dạng khác nhau – nấm ăn, mốc, minđiu, nấm men, nấm trứng v.v… – và chúng tồn tại với số lượng cực lớn. Nếu tập hợp tất cả số nấm được tìm thấy trong một héc-ta đất trồng điển hình, bạn sẽ thu được 2.800kg các loại. Chúng chắc hẳn không phải sinh vật hiếm. Nếu không có nấm, sẽ không có các vết nám khoai tây, bệnh cây du Hà Lan hay những đôi chân mẩn ngứa; thế nhưng, chúng ta cũng sẽ không có sữa chua, bia hoặc pho-mát. Tổng cộng có khoảng 70 nghìn loài nấm đã được phát hiện, nhưng người ta cho rằng con số phải lên đến 1,8 triệu hoặc nhiều hơn. Nhiều nhà nấm học làm việc trong lĩnh vực công nghiệp, chẳng hạn sản xuất pho-mát hoặc sữa chua, vì thế rất khó để nói thật sự có bao nhiêu người tích cực tiến hành nghiên cứu, nhưng chúng ta dám chắc rằng số loài nấm còn chờ được phát hiện nhiều hơn hẳn số người đang tìm kiếm chúng.

Thế giới là một nơi thật sự rộng lớn. Vận tải bằng đường hàng không và các phương tiện giao thông liên lạc khác khiến chúng ta lầm tưởng rằng thế giới không quá rộng lớn, nhưng ở dưới mặt đất, nơi các nhà khoa học phải làm việc, thì nó thật sự khổng lồ – đủ để chứa đầy những điều bất ngờ. Ngày nay, người ta biết hươu đùi vằn, họ hàng gần nhất của hươu cao cổ, sống với số lượng lớn trong các khu rừng nhiệt đới ở Zaire – ước tính có đến 30.000 con – thế nhưng sự tồn tại của chúng chưa từng được quan tâm cho đến tận thế kỷ XX. Loài chim lớn, không biết bay sống ở New Zealand có tên là takahe suốt 200 năm bị xem là đã tuyệt chủng trước khi được tìm thấy đang sống tại một vùng gồ ghề ở đảo South của nước này. Năm 1995, một nhóm các nhà khoa học Pháp và Anh mất tích tại Tây Tạng trong cơn bão tuyết xảy ra ở một

thung lũng hoang vu đã tìm thấy giống ngựa có tên Riwoche, vốn chỉ được biết đến qua các bức vẽ trong các hang động thời tiền sử. Các cư dân của thung lũng kinh ngạc khi biết rằng giống ngựa này được đa phần thế giới xem là hiếm hoi.

Một số người cho là thậm chí những điều ngạc nhiên lớn hơn vẫn đang chờ đợi chúng ta. "Một nhà sinh học dân tộc [ethno-biology] hàng đầu", tờ *The Economist* viết năm 1995, "cho rằng megatherium, một loài lười đất khổng lồ, khi đứng có thể cao hơn hươu cao cổ... có khả năng ẩn nấp tại lưu vực nơi sông Amazon chảy xiết." Quan trọng là ông ta không được nêu tên, và có lẽ quan trọng hơn nữa là người ta không biết gì hơn về cả ông và con lười khổng lồ này. Thế nhưng cũng không ai dám khẳng định không có con vật nào như thế, cho tới lúc từng mảng rừng được lục soát kỹ, trong khi ngày đó vẫn còn quá xa.

Ngay cả khi chúng ta trang bị cho hàng nghìn nhân viên hiện trường và đưa họ tới những nơi xa xôi nhất của thế giới, nỗ lực này vẫn là không đủ, bởi sự sống xuất hiện ở bất cứ nơi nào có thể. Sức sinh sôi của sự sống thật đáng ngạc nhiên và tự hào, nhưng cũng là một rắc rối lớn. Để nghiên cứu nó, bạn phải lật từng viên đá, thọc tay qua lớp rác rưởi trên mỗi tấc đất, sàng lọc khối lượng đất cát khổng lồ, leo lên mỗi tán lá rừng và tạo ra nhiều phương pháp hữu hiệu hơn để nghiên cứu các đại dương. Ngay cả khi đó, bạn vẫn có thể bỏ quên các hệ sinh thái. Vào thập niên 1980, các nhà khám phá hang động nghiệp dư đã đi vào một hang đá sâu ở Rumani, vốn bị ngăn cách với thế giới bên ngoài rất lâu nhưng không rõ từ bao giờ, và phát hiện ra 33 loài côn trùng cùng các sinh vật nhỏ khác – nhện, rết, rệp – tất cả đều bị mù, không màu và đều mới mẻ với khoa học. Chúng sống nhờ các vi khuẩn trên váng của các vũng nước, còn các vi khuẩn này sống nhờ khí hiđro và lưu huỳnh tiết ra từ các mạch nước nóng.

Bản năng con người có thể khiến chúng ta thấy việc không thể hiểu hết vạn vật thật đáng xấu hổ, thậm chí là kinh khủng; song ngược lại cũng nên xem đó là điều vô cùng thú vị. Chúng ta đang sống trên một hành tinh nơi những điều bất ngờ luôn là vô hạn. Liệu con người còn muốn lý luận theo cách nào khác?

Một trong những điều thú vị nhất lúc ngao du trong thế giới khoa học hiện đại là khi bạn nhận ra có bao nhiêu người sẵn sàng dành cả đời để trả lời những câu hỏi bí mật nhất. Trong một bài viết của mình, Stephen Jay Gould đã kể lại chuyện một người anh hùng là Henry Edward Crampton đã dành 50 năm, từ năm 1906 đến khi qua đời năm 1956, lặng lẽ nghiên cứu chi ốc sên đất *partula* ở

Polynesia. Năm này qua năm khác, Crampton đã đo đạc tới cấp độ nhỏ nhất – tới tám chữ số thập phân – những vòng xoáy và đường cong nhẹ nhàng của vô số cá thể *partula*, tổng hợp kết quả nghiên cứu thành các bảng biểu chi tiết đến mức nhàm chán. Mỗi dòng trong một bảng biểu của Crampton có thể là kết quả của hàng tuần đo đạc và tính toán.

Một người ít tận tụy hơn một chút và chắc chắn ít được nghĩ tới là Alfred C. Kinsey, vốn nổi tiếng nhờ các nghiên cứu về tình dục trong thập niên 1940-1950. Trước khi tâm trí bị tình dục choán đầy, Kinsey là một nhà côn trùng học kiên trì. Trong một chuyến du thám kéo dài hai năm, ông đã leo lên tổng số 4.000km để hoàn thiện một bộ sưu tập 300 nghìn con ong bắp cày. Không ai biết ông đã bị ong đốt bao nhiêu lần để làm được điều đó.

Điều luôn khiến tôi băn khoăn là làm sao có thể đảm bảo sự tiếp nối trong các lĩnh vực gian nan này. Rõ ràng không thể có nhiều tổ chức trên thế giới tiếp nhận hoặc sẵn sàng hỗ trợ các chuyên gia nghiên cứu về hàu hay ốc sên châu Phi. Khi chúng tôi tạm biệt nhau tại Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên London, tôi hỏi Richard Fortey bằng cách nào giới khoa học dám chắc khi một người ra đi, sẽ có người khác kế thừa.

Ông cười khá thân thiện trước sự ngây thơ của tôi. “Tôi e rằng mọi thứ không giống như việc chúng ta có các các cầu thủ dự bị đợi sẵn trên băng ghế. Mỗi khi một chuyên gia nghỉ hưu, hoặc tệ hơn là qua đời, điều đó có thể gây ra sự gián đoạn với mọi thứ trong lĩnh vực này, đôi khi trong một thời gian rất dài.”

“Tôi đoán rằng đây là lý do ông đánh giá cao một người dành 42 năm chỉ để nghiên cứu một loài thực vật, dù điều đó có thể không đem lại thứ gì thật sự mới mẻ?”

“Chính xác là như thế,” ông nói, và có lẽ thật sự nghĩ như vậy.

24
Tế bào

Tất cả bắt đầu với chỉ một tế bào đầu tiên. Tế bào này nhân đôi thành hai và hai thành bốn. Cứ như thế, chỉ sau 47 lần nhân đôi, bạn đã có 140 triệu tỷ tế bào trong cơ thể và sẵn sàng để phát triển như một con người.[1] Mỗi tế bào như thế biết chính xác chúng phải làm gì để bảo vệ và nuôi dưỡng bạn từ lúc thụ thai cho tới hơi thở cuối cùng. Bạn không có bí mật gì giấu được các tế bào. Chúng hiểu bạn nhiều hơn bạn hiểu chính mình. Mỗi tế bào mang một bản sao mã di truyền hoàn chỉnh – đó là cẩm nang cho cơ thể – vì thế nó không chỉ biết công việc của chính mình, mà còn biết mọi công việc khác trong cơ thể. Bạn không bao giờ cần nhắc nhở một tế bào hãy để ý tới mức adênôzin triphotphat hoặc phát hiện nơi chứa lượng axít folic mới bất ngờ tăng lên. Nó sẽ tự làm điều đó cho bạn cùng hàng triệu công việc khác.

---

1. Thực tế, khá nhiều tế bào mất đi trong quá trình phát triển, vì thế chỉ có thể phỏng đoán số tế bào bạn thật sự có. Tùy nguồn tài liệu tham khảo, các con số có thể chênh lệch rất lớn. Con số trên đây dẫn theo cuốn Microcosmos [tạm dịch: Vũ trụ vi mô] của Margulis và Sagan.

Mỗi tế bào trong tự nhiên là một kỳ quan. Thậm chí tế bào đơn giản nhất cũng vượt xa giới hạn khéo léo của con người. Chẳng hạn, để tạo ra một tế bào nấm men đơn giản nhất, bạn cần thu nhỏ số thành phần cần có trong một chiếc Boeing 777 và xếp chúng vào một khối cầu với đường kính chỉ 5 micron; sau đó phải tìm cách để làm khối cầu đó sinh sôi.

Tuy nhiên, tế bào nấm men không là gì so với tế bào cơ thể người, vốn không chỉ đa dạng, phức tạp hơn mà còn sống động hơn vì sự tương tác giữa chúng. Các tế bào của bạn là một quốc gia với 10 triệu tỷ công dân, mỗi công dân đóng góp theo một cách nhất

định vào sự khỏe mạnh của bạn. Mọi thứ chúng làm đều là vì bạn. Chúng giúp bạn cảm thấy vui vẻ và hình thành suy nghĩ. Chúng cho phép bạn đứng, vươn vai và nhảy nhót. Khi bạn ăn, chúng chiết xuất chất dinh dưỡng, phân bổ năng lượng và xử lý chất thải – tất cả những gì bạn được học trong môn sinh học thời phổ thông – chúng còn nhắc bạn về việc đói và đem lại cảm giác thỏa mãn cho bạn sau đó để bạn không quên mất mà cứ mãi ăn tiếp. Chúng giúp bạn mọc tóc, làm sạch tai và khiến bộ não của bạn hoạt động. Chúng điều chỉnh mọi ngóc ngách của sự tồn tại nơi bạn. Chúng sẽ lao vào bảo vệ bạn ngay khi bạn bị đe dọa. Chúng không ngại hy sinh vì bạn – hàng tỷ tế bào đang ra đi hằng ngày. Trong suốt cuộc đời, bạn chưa bao giờ cảm ơn chúng tới một lần. Vì thế hãy dành một phút để nghĩ về những tế bào kỳ diệu và dành cho chúng sự ghi nhận xứng đáng.

Chúng ta chỉ hiểu đôi chút ở mức ít ỏi về hoạt động của tế bào – cách chúng tạo ra chất béo, sản xuất insulin hoặc tham gia nhiều hoạt động cần thiết khác để duy trì một thực thể phức tạp như bạn. Có khoảng 200.000 loại prôtêin khác nhau làm việc trong cơ thể, và cho đến nay chúng ta mới chỉ hiểu được chức năng của khoảng 2% số đó. (Một số người đưa ra con số 50%; rõ ràng nó phụ thuộc vào cách bạn định nghĩa từ "hiểu".)

Những phát hiện bất ngờ trong cấp độ tế bào tăng lên theo thời gian. Trong tự nhiên, ôxít nitric là một chất cực độc, một thành tố chủ yếu gây ra ô nhiễm không khí. Do đó, các nhà khoa học thực sự ngạc nhiên khi giữa thập kỷ 1980, họ phát hiện nó được sản xuất một cách thức hết sức miệt mài trong các tế bào của con người. Mục đích của điều này ban đầu là một bí ẩn, nhưng sau đó, các nhà khoa học bắt đầu thấy nó ở mọi nơi – kiểm soát sự lưu thông của máu và mức năng lượng của các tế bào, tấn công ung thư và các tác nhân gây bệnh khác, điều tiết cảm nhận về mùi vị, thậm chí hỗ trợ sự cương của dương vật. Điều này cũng góp phần lý giải tại sao chất nổ nổi tiếng nitrôglyxêrin lại làm dịu cơn đau thắt ngực do bệnh tim. (Nó được chuyển hóa thành ôxít nitric trong máu, làm giãn thành mạch máu, cho phép máu lưu thông tốt hơn.) Trong chưa đầy một thập kỷ, chất khí này từ chỗ độc hại đã trở thành một loại tiên dược phổ biến.

Bạn có đến "vài trăm" loại tế bào khác nhau, theo nhà sinh hóa học người Bỉ, Christian de Duve, và chúng khác nhau rất lớn về hình dáng cũng như kích thước, từ tế bào thần kinh với các tua có thể kéo dài tới 1m, đến tế bào hồng cầu nhỏ bé và tế bào quang điện hình que cho phép chúng ta nhìn được. Kích thước của chúng cũng vô cùng khác biệt – không có gì dễ hình dung hơn tại

thời điểm thụ thai, khi một tinh trùng duy nhất đối diện với một quả trứng lớn hơn nó 85.000 lần (có lẽ đây là nguyên nhân của ý nghĩ rằng đàn ông có khả năng chinh phục). Tuy nhiên, trung bình một tế bào cơ thể người chỉ có bề ngang 20 micron – bằng khoảng 2/100 của 1mm – quá nhỏ để nhìn thấy bằng mắt thường, nhưng lại đủ lớn để chứa hàng nghìn cấu trúc phức tạp như ti thể cùng hàng triệu, hàng triệu phân tử. Theo nghĩa thực tế nhất, các tế bào cũng khác nhau về sức sống. Các tế bào da của bạn đều chết. Thật không dễ chịu gì khi phải nhớ mỗi tấc da của bạn đều đang chết đi. Trung bình một người ở tuổi trưởng thành thải ra 2kg da chết, trong đó hàng tỷ mảnh nhỏ bong ra mỗi ngày. Hãy miết ngón tay trên một chiếc giá bụi bặm, bạn sẽ hiểu cách thức các mảng da già bị loại bỏ.

Đa số tế bào không sống lâu hơn một tháng, nhưng có một số ngoại lệ đáng kể. Các tế bào gan có thể sống được vài năm dù các thành tố trong chúng được thay mới hằng ngày. Các tế bào não sống cùng với bạn suốt đời. Bạn sinh ra với khoảng 100 tỷ tế bào não, và đó là tất cả những gì bạn có. Người ta tính rằng bạn mất 500 tế bào não mỗi giờ, vì thế nếu bạn có những công việc trí óc quan trọng cần làm thì không nên lãng phí thời gian. Thật may là cũng như tế bào gan, các thành tố riêng biệt trong tế bào não luôn được làm mới, cho nên không bộ phận nào của nó có tuổi thọ nhiều hơn một tháng. Thật ra, có thể nói không phần nào trong cơ thể chúng ta – kể cả một phân tử đi lạc – còn giống với chín năm trước. Dù bạn không cảm thấy như vậy nhưng ở mức độ phân tử, chúng ta đều là những đứa trẻ.

Người đầu tiên mô tả tế bào là Robert Hooke, người đã tranh luận với Isaac Newton xem ai là tác giả của quy luật bình phương nghịch đảo. Hooke đã có được nhiều thứ trong 68 năm sống – ông vừa là một lý thuyết gia tài năng lại vừa khéo léo trong chế tạo các công cụ hữu ích và tinh xảo – nhưng không có gì đem lại cho ông nhiều sự ngưỡng mộ hơn cuốn sách nổi tiếng: *Micrographia: or Some Physiological Descriptions of Miniature Bodies Made by Magnifying Glasses* [tạm dịch: *Hình ảnh vi thể: hay một vài mô tả sinh lý về cơ thể thu nhỏ qua kính phóng đại*]được xuất bản vào năm 1665. Nó tiết lộ với công chúng một vũ trụ nhỏ bé nhưng đa dạng, đông đúc và có cấu trúc phức tạp ngoài sức tưởng tượng của bất cứ ai.

Một trong những đặc tính vi thể đầu tiên được Hooke phân tích là các buồng nhỏ của thực vật mà ông gọi là tế bào vì liên tưởng tới căn buồng của các tu sĩ. Hooke tính toán rằng mỗi inch của chiếc nút bần có thể chứa tới 1.259.712.000 buồng nhỏ như thế – lần

đầu tiên một con số lớn đến vậy xuất hiện trong khoa học. Các kính hiển vi vào thời đại này mới chỉ xuất hiện trong khoảng một thế hệ, nhưng chính sự vượt trội về mặt kỹ thuật của chúng đã giúp Hooke trở nên nổi bật. Chúng đạt độ phóng đại lên đến 30 lần và được xem là thành tựu quang học nổi bật nhất của thế kỷ XVII.

Vì thế, công chúng đã rất bất ngờ khi chỉ một thập kỷ sau đó, Hooke và các thành viên của Hội Hoàng gia nhận được bản vẽ và báo cáo từ một người dệt vải lanh ít học tại thành phố Delft của Hà Lan, theo đó ông hẳn phải dùng đến một kính hiển vi với độ phóng đại lên đến 275 lần. Đó là Antoni van Leeuwenhoek. Dù có nền tảng giáo dục về khoa học hết sức khiêm tốn, nhưng ông lại là một nhà quan sát tận tụy và sắc sảo, đồng thời là một thiên tài về kỹ thuật.

Cho tới ngày nay, người ta vẫn không biết vì sao ông đạt được độ phóng đại tuyệt vời như thế trong khi chỉ dùng các thiết bị cầm tay đơn giản, không phức tạp hơn những chốt gỗ có gắn thấu kính thủy tinh như thế. So với những gì chúng ta vẫn nghĩ về kính hiển vi thì chúng giống kính lúp hơn, song cũng không thật sự giống như vậy. Leeuwenhoek đã tạo ra một công cụ mới để tiến hành các thí nghiệm và tuyệt đối giữ kín về kỹ thuật mà mình sử dụng, dù ông từng tiết lộ bí quyết cải thiện độ phóng đại cho người Anh.[1]

---

[1] · Leeuwenhoek là bạn thân của một nhân vật đáng nhớ khác ở Delft, họa sĩ Jan Vermeer. Giữa thập niên 1600, Vermeer, vốn được biết đến là một họa sĩ có tài nhưng không xuất sắc, bỗng làm chủ được ánh sáng và luật xa gần, từ đó trở nên nổi tiếng. Dù chưa được chứng minh, nhưng từ lâu người ta cho rằng ông đã sử dụng buồng tối, một thiết bị chiếu hình ảnh lên mặt phẳng thông qua ống kính. Dù thiết bị này không được liệt kê trong số các tài sản cá nhân của Vermeer sau khi ông qua đời song thật bất ngờ, người thực hiện di chúc của Vermeer không ai khác mà chính là Antoni van Leeuwenhoek, người chế tạo ra ống kính bí mật đương thời.

Trong 50 năm – điều đáng nói là giai đoạn này bắt đầu khi ông đã hơn 40 tuổi – Leeuwenhoek đã gửi gần 200 báo cáo tới Hội Hoàng gia, tất cả bằng tiếng Hà Lan của những người di cư, ngôn ngữ duy nhất ông nắm vững. Ông không cung cấp cách diễn giải, mà chỉ đưa ra số liệu cùng những bản vẽ tinh tế. Ông gửi báo cáo về gần như mọi thứ mà ông có thể khảo sát được – mốc bánh mì, vết đốt của ong, các tế bào máu, răng, tóc, nước bọt, phân và tinh dịch của chính mình (kèm theo lời xin lỗi vì tính chất không lành mạnh của chúng) – gần như tất cả đều chưa từng được quan sát bằng kính hiển vi trước đây.

Sau khi ông báo cáo việc tìm thấy các "phân tử động vật" trong một mẫu nước vào năm 1676, các thành viên của Hội Hoàng gia đã bỏ ra một năm để tìm kiếm các "động vật bé nhỏ" trước khi đạt được độ phóng đại vừa đủ. Thứ Leeuwenhoek đã tìm thấy là các động vật nguyên sinh. Ông tính rằng có 8.280.000 sinh vật bé nhỏ này trong một giọt nước – nhiều hơn dân số Hà Lan. Thế giới đầy ắp sự sống theo cách thức và số lượng chưa ai từng ngờ tới.

Lấy cảm hứng nhờ các phát hiện tuyệt vời của Leeuwenhoek, những người khác bắt đầu chĩa kính hiển vi khắp nơi với sự nhiệt tình đến mức đôi khi khiến họ tìm thấy những thứ không có ở đó. Nhà quan sát khả kính người người Hà Lan, Nicolaus Hartsoecker, tin rằng mình đã nhìn thấy "những hình nhân nhỏ bé" trong các tế bào tinh trùng. Ông gọi các sinh linh nhỏ bé này là homunculi, và đã có lúc người ta tin rằng con người – thực tế là tất cả sinh vật – đều đơn giản là bản phóng to của những bản nguyên gốc nhỏ bé nhưng hoàn chỉnh đó. Chính Leeuwenhoek đôi khi cũng bị sự nhiệt tình gây mất tỉnh táo. Trong một thí nghiệm thuộc loại thành công nhất, ông cố gắng nghiên cứu đặc tính nổ của thuốc súng bằng cách quan sát một vụ nổ ở cự ly gần, và suýt nữa bị mù.

Vào năm 1683, Leeuwenhoek phát hiện vi khuẩn – nhưng đây là bước tiến lớn nhất con người có thể đạt được trong một thế kỷ rưỡi tiếp theo do hạn chế của công nghệ hiển vi. Cho đến tận năm 1831, chưa ai thấy được nhân tế bào – nó được nhà thực vật học người Scotland, Robert Brown phát hiện, ông xuất hiện thường xuyên nhưng mờ nhạt trong lịch sử khoa học. Brown, sinh năm 1773 và mất năm 1858, đã gọi nhân tế bào là *nucleus* bắt nguồn từ tiếng Latin *nucula*, có nghĩa là hạt hay lõi. Tuy nhiên phải đến năm 1839, người ta mới nhận ra rằng *tất cả* sinh vật đều có tế bào. Theodor Schwann, một người Đức, đã đưa ra quan điểm này, và cũng không quá muộn vì các tư tưởng khoa học ra đời ban đầu thường ít được đón nhận. Cho tới tận thập niên 1860, nhờ các công trình xuất sắc của Louis Pasteur ở Pháp, sự thật mới được làm rõ rằng sự sống không đột nhiên bắt đầu mà phát triển từ các tế bào có trước đó. Lý thuyết này được gọi là thuyết tế bào, và đây chính là nền tảng của sinh học hiện đại.

Tế bào được so sánh với nhiều thứ, từ một nhà máy lọc hóa học phức tạp (như cách miêu tả của nhà vật lý James Trefil) tới một đô thị rộng lớn, đông đúc (theo cách nói của nhà sinh vật học Guy Brown). Đây là những cách so sánh vừa đúng lại vừa sai. Nó giống một nhà máy lọc vì liên quan tới các hoạt động hóa học trên quy mô lớn, và giống một đô thị vì nó đông đúc, bận rộn và tràn đầy những tương tác có vẻ rối rắm và ngẫu nhiên nhưng rõ ràng mang

tính hệ thống nhất định. Song, nó giống với một cơn ác mộng nhiều hơn một thành phố hay nhà máy mà bạn từng nhìn thấy. Trước hết, không có sự lên xuống bên trong tế bào (trọng lực không có ý nghĩa ở cấp độ tế bào), cũng không có khoảng trống cỡ nguyên tử nào không được sử dụng. Các hoạt động và sự phát điện diễn ra không ngừng ở khắp nơi. Bạn không cảm thấy mình phát điện nhưng thực tế là có. Thực phẩm chúng ta ăn và khí ôxy chúng ta hô hấp được kết hợp trong các tế bào. Chúng ta không gây giật điện cho người khác hoặc làm cháy xém ghế sofa khi ngồi xuống là do mọi thứ diễn ra ở quy mô cực nhỏ: hiệu điện thế chỉ khoảng 0,1 vôn, di chuyển trong những khoảng cách tính bằng nanômét. Tuy nhiên, nếu nhân lên, nó sẽ tương đương với 20 triệu vôn/m, gần bằng điện tích tại trung tâm của một cơn bão có sấm sét.

Dù có kích thước và hình dáng ra sao, thì gần như mọi tế bào của bạn đều có cấu trúc giống nhau: lớp vỏ bên ngoài hay màng tế bào, một nhân tế bào chứa thông tin di truyền cần thiết cho sự tồn tại của chúng ta và một khu vực chật chội nằm giữa chúng, được gọi là tế bào chất. Màng tế bào không giống đa phần hình dung của chúng ta: một lớp vỏ đàn hồi, bền, chỉ có thể chích thủng nhờ vật nhọn. Thật ra, nó được cấu tạo bởi một loại chất béo gọi là lipid, gần giống "một lớp dầu máy nhẹ", như Sherwin B. Nuland nói. Nếu thấy điều này có vẻ khó tin, bạn hãy nhớ rằng thế giới vi mô có cách hoạt động rất riêng. Với bất cứ thứ gì ở cấp độ phân tử, nước sẽ trở thành một loại chất lỏng nặng nề và lipid thì giống như sắt.

Nếu có thể đi thăm một tế bào, bạn sẽ không thích nó. Nếu phóng to một nguyên tử lên bằng hạt đậu, bản thân tế bào sẽ là một khối cầu với bề ngang khoảng nửa dặm và được đỡ bởi một khung dầm phức tạp gọi là khung tế bào. Trong đó, hàng triệu vật thể – một số có kích thước của quả bóng rổ, một số to như ô tô – lao đi như đạn bay. Sẽ không có chỗ để bạn dừng lại mà không bị tấn công hàng nghìn lần trong mỗi giây từ mọi hướng. Ngay cả đối với những vật thể cư trú tại đây, môi trường tế bào vẫn khá nguy hiểm. Mỗi dải ADN trung bình bị tấn công và phá hoại một lần mỗi 8,4 giây – khoảng 10.000 lần mỗi ngày – bởi các chất hóa học và các tác nhân khác va đập hoặc cắt qua nó, các vết thương này sẽ được chữa lành lập tức nếu tế bào không bị tổn hại.

Các prôtêin cực kỳ năng động, chúng xoay tròn, rung lắc, va đập vào nhau hàng tỷ lần mỗi giây. Các enzym, vốn cũng là một loại prôtêin, cũng va đập khắp nơi, xấp xỉ 1.000 lần mỗi giây. Giống như những chú kiến thợ siêu tốc, chúng bận rộn xây dựng và tái

xây dựng các phân tử, bóc mẩu này ra, thêm mẩu kia vào. Một số đóng vai trò giám sát, đi qua các prôtêin và đánh dấu các prôtêin bị lỗi hoặc không thể sửa chữa bằng một hóa chất. Một khi bị đánh dấu, các prôtêin kém may mắn này sẽ biến thành một cấu trúc gọi là prôtêxôm, sau đó bị phá hủy và các thành phần của chúng sẽ được dùng để tạo thành các prôtêin mới. Một số loại prôtêin tồn tại chưa đầy nửa giờ; số khác tồn tại vài tuần. Dù vậy, đời sống của chúng đều rất điên cuồng. Như de Duve viết, "thế giới tế bào hoàn toàn tồn tại ngoài sức tưởng tượng của con người, tại đó mọi thứ trong nó xảy ra với tốc độ kinh ngạc."

Nhưng nếu khiến mọi thứ chậm lại, tới một tốc độ ở đó các tương tác quan sát được, mọi thứ sẽ không hoàn toàn đáng sợ như vậy. Bạn có thể thấy rằng tế bào chỉ là hàng triệu vật thể – lysôxôm, enđôxôm, ribôxôm, ligan, pêrôxixôm, prôtêin với mọi kích thước, hình dáng – đâm vào hàng triệu vật thể khác và thực hiện các công việc nhàm chán: giải phóng năng lượng từ chất dinh dưỡng, xây dựng các cấu trúc, loại bỏ chất thải và chống lại những kẻ xâm nhập, gửi và nhận thông tin, đánh dấu và sửa chữa. Một tế bào thường gồm các loại prôtêin khác nhau, và mỗi prôtêin trong khoảng 2.000 loại này sẽ được cấu thành bởi ít nhất 50.000 phân tử. "Điều này nghĩa là", Nuland nói, "kể cả khi chúng ta chỉ đếm phân tử trong hơn 50.000 phân tử của mỗi prôtêin, ít nhất tổng số vẫn lên đến 100 triệu phân tử prôtêin trong mỗi tế bào. Một con số đáng kinh ngạc cho thấy phần nào sự vô tận của các hoạt động sinh hóa trong chúng ta."

Đó là một quá trình vô cùng phức tạp. Trái tim bạn phải bơm 343 lít máu mỗi giờ, hơn 8.000 lít mỗi ngày, ba triệu lít mỗi năm – đủ để đổ đầy bốn bể bơi tiêu chuẩn Olympic – và đảm bảo luôn cung cấp đủ ôxy cho tất cả tế bào. (Đó mới là khi bạn nghỉ ngơi. Còn khi bạn vận động, cường độ có thể tăng lên đến sáu lần.) Các ti thể hấp thụ ôxy. Đây là các nhà máy năng lượng của tế bào, và trong một tế bào thường sẽ có khoảng 1.000 ti thể dù con số có thể dao động đáng kể tùy theo chức năng của tế bào và năng lượng mà nó cần.

Bạn có thể còn nhớ từ chương trước, người ta cho là ti thể vốn là các vi khuẩn bị giam giữ, và chúng giống những khách trọ trong các tế bào của chúng ta, giữ nguyên các chỉ thị di truyền, phân chia theo thời gian biểu riêng và có ngôn ngữ riêng. Bạn cũng có thể còn nhớ chúng ta phải cảm ơn lòng tốt của chúng. Vì hầu như tất cả thức ăn và ôxy mà bạn nạp vào cơ thể sau khi xử lý sẽ được đưa tới các ti thể, nơi chúng sẽ được chuyển hóa thành một phân tử gọi là ađênôzin triphôtphat, hay ATP.

Có thể bạn chưa từng nghe về ATP, song đó là những gì giúp bạn tồn tại. Phân tử ATP thực chất là những túi năng lượng nhỏ di chuyển qua tế bào để cung cấp năng lượng cho các quá trình của tế bào, và bạn cần rất nhiều ATP. Tại bất kỳ thời điểm nào, một tế bào điển hình trong cơ thể bạn sẽ chứa khoảng một tỷ ATP và chỉ trong hai phút tất cả sẽ cạn kiệt, rồi một tỷ phân tử khác sẽ thế chỗ. Mỗi ngày, bạn sản xuất và tiêu thụ khối lượng ATP tương đương một nửa khối lượng cơ thể. Hãy cảm nhận hơi ấm của làn da. Đó là khi các ATP của bạn đang hoạt động.

Các tế bào sẽ tự động chết đi khi chúng không còn hữu ích nữa. Chúng mang theo tất cả những thanh chống cùng trụ tường đã giữ chúng lại với nhau, và lặng lẽ phá hủy các bộ phận cấu thành. Quá trình này được gọi là apoptosis hoặc cái chết được lập trình của tế bào. Mỗi ngày hàng tỷ tế bào của bạn chết đi vì lợi ích của bạn, và hàng tỷ tế bào khác phải dọn dẹp đống lộn xộn. Các tế bào có thể chết một cách dữ dội – ví dụ khi bị nhiễm khuẩn – nhưng đa phần chúng chết vì được yêu cầu phải thế. Thực tế, nếu không được yêu cầu phải sống – nếu không có một loại chỉ thị hoạt động từ một tế bào khác – các tế bào sẽ tự động chết đi. Chúng cần rất nhiều sự bảo đảm.

Thỉnh thoảng, khi một tế bào không ra đi theo cách được lập trình sẵn, mà bắt đầu phân chia và sinh sôi một cách hoang dại, hậu quả sẽ là chúng ta bị ung thư. Tế bào ung thư thật ra là tế bào lỗi. Các tế bào lỗi này thường xuất hiện nhưng cơ thể có những cơ chế phức tạp để đối phó với nó. Chỉ trong một số ít trường hợp, mọi thứ vượt ngoài sự kiểm soát. Trung bình, trong mỗi 100 triệu tỷ lần phân chia của tế bào, thì có một lần con người phải đối diện với ung thư ác tính gây tử vong. Ung thư là điều không may dù hiểu theo nghĩa nào đi nữa.

Sự kỳ diệu của các tế bào không phải là chúng ít khi đi sai đường, mà vì chúng giữ được mọi thứ vận hành rất trơn tru suốt hàng thập kỷ. Chúng làm được điều đó nhờ liên tục gửi và kiểm soát các dòng thông tin từ khắp nơi trong cơ thể: các chỉ dẫn, thắc mắc, sửa chữa, yêu cầu hỗ trợ, cập nhật, thông báo phân chia hoặc tự hủy. Đa số các tín hiệu này được truyền đi nhờ phương tiện là các hooc-môn, các chất hóa học như insulin, adrenaline, oestrogen và testosterone, chúng có chức năng chuyển thông tin từ những nơi xa xôi như tuyến giáp và các tuyến nội tiết. Các thông điệp khác được truyền đi nhờ điện tín của não bộ hoặc hoặc từ các trung khu khác trong một quá trình truyền dẫn cận tiết tố. Cuối cùng, các tế bào giao tiếp trực tiếp với nhau để đảm bảo quá trình phối hợp hoạt động.

Điều đáng chú ý nhất có lẽ là tất cả đều là các hoạt động hoàn toàn ngẫu nhiên, một chuỗi tương tác bất tận được chỉ dẫn bởi chính các quy luật hút và đẩy cơ bản. Rõ ràng, không hề có suy tính nào đằng sau hoạt động của các tế bào. Chúng chỉ đơn thuần diễn ra, lặp lại một cách trơn tru và đáng tin cậy. Song, bằng cách nào đó, mọi thứ không chỉ có trật tự trong tế bào, mà còn hài hòa một cách hoàn hảo khắp toàn bộ cơ thể. Theo những cách mà chúng ta hầu như chưa thể hiểu, hàng nghìn tỷ tỷ phản ứng hóa học tự thân đã tạo ra bạn, một cơ thể sống có thể di động, biết suy nghĩ và ra quyết định – hoặc một con bọ cánh cứng ít tư lự hơn song cũng hết sức có tổ chức. Bạn đừng quên, mỗi sinh vật sống là một kỳ quan của kỹ thuật nguyên tử.

Thực tế, một số sinh vật mà chúng ta thường xem là nguyên thủy lại có mức độ tổ chức tế bào phức tạp đến không ngờ. Tháo tung các tế bào của một bọt biển (bằng một cái sàng chẳng hạn), sau đó thả chúng vào một dung dịch, chúng sẽ tìm cách tìm lại nhau để tạo thành miếng bọt biển. Bạn có thể lặp đi lặp lại thí nghiệm này, chúng sẽ tái liên kết một cách kiên nhẫn, bởi giống như chúng ta và bất cứ sinh vật sống nào khác, chúng chịu một thôi thúc mạnh mẽ: phải tiếp tục sống.

Tất cả là nhờ một phân tử đáng tò mò và được hiểu rất hạn chế, bản thân chúng không sống và hầu như không hoạt động. Chúng ta gọi nó là ADN, và để hiểu vai trò cực kỳ quan trọng của nó đối với khoa học, chúng ta hãy trở lại nước Anh thời Victoria cách đây khoảng 160 năm để đón chờ giây phút nhà tự nhiên học Charles Darwin đưa ra ý tưởng riêng rẽ hay nhất mà con người từng có – và sau đó, vì những lý do cần vài lời giải thích, ông đã cất nó trong ngăn kéo suốt 15 năm sau đó.

25

Quan điểm khác thường của darwin

Đầu mùa thu năm 1859, Whitwel Elwin, biên tập viên của tờ tạp chí uy tín của Anh *Quarterly Review*, nhận được bản in thử một cuốn sách mới của nhà tự nhiên học Charles Darwin. Elwin say mê đọc cuốn sách và đồng ý rằng đây là một tác phẩm có giá trị, tuy nhiên ông e rằng chủ đề này quá hẹp để thu hút được sự quan tâm của đông đảo độc giả. Thay vào đó, ông đề nghị Darwin viết một cuốn sách về bồ câu. "Ai cũng quan tâm tới bồ câu," ông nhận xét đầy thành ý.

Lời khuyên thông thái của Elwin không được chú ý tới và cuốn *Nguồn gốc các loài* được xuất bản cuối tháng Mười một năm 1859 và được bán với giá 15 si-linh. Bản đầu tiên với 1.250 cuốn được bán hết ngay trong ngày đầu tiên. Nó được tái bản liên tục và hiếm khi thoát khỏi tranh cãi kể từ đó – không phải một thành quả tồi đối với một người đàn ông có sở thích chính là giun đất, và nếu không vì một quyết định bốc đồng mà giong buồm vòng quanh thế giới thì hẳn đã qua đời như một mục sư nông thôn vô danh được biết đến nhờ nghiên cứu giun đất.

Charles Robert Darwin sinh ngày 12 tháng Hai năm 1809 tại Shrewsbury, một thị trấn nhỏ thanh bình ở phía tây Midlands. Cha của ông là một nhà vật lý giàu có và uy tín. Mẹ ông, qua đời khi ông mới lên tám, là con gái của Josiah Wedgwood, một nghệ nhân làm gốm tài hoa.[1]

1· Đây là một ngày tốt lành trong lịch sử vì cùng ngày này tại Kentucky, Abraham Lincoln cũng chào đời.

Darwin có được mọi lợi thế về giáo dục, nhưng luôn làm đau lòng người cha với kết quả học tập không cao. “Mày không quan tâm tới thứ gì ngoài bắn súng, chó và bắt chuột, rồi mày sẽ phải hổ thẹn với bản thân và cả gia đình,” cha Darwin đã viết một dòng sẽ luôn xuất hiện trong mọi tiểu sử về giai đoạn đầu đời của ông. Dù có thiên hướng khoa học tự nhiên, nhưng để làm đẹp lòng cha, ông đã theo học dược tại Đại học Edinburgh, nhưng lại không thể chịu nổi máu và những cơn đau đớn. Trải nghiệm chứng kiến một cuộc phẫu thuật – tất nhiên, thời đó chưa có thuốc giảm đau – khi còn là một đứa trẻ đã khiến ông vĩnh viễn tổn thương. Ông thử học luật nhưng rột cuộc thấy nó vô cùng nhàm chán, và cuối cùng cũng chật vật để lấy được một tấm bằng thần học từ Đại học Cambridge.

Cuộc đời của một cha xứ nông thôn dường như đã được dọn sẵn để chào đón ông, nhưng ông bất ngờ nhận được một lời mời hấp dẫn hơn nhiều. Darwin được mời tham gia tàu thăm dò hải quân HMS *Beagle*, chủ yếu để làm bạn ăn tối với thuyền trưởng Robert FitzRoy, bởi địa vị của ông ngăn cản ông giao thiệp với bất cứ ai không thuộc dòng dõi quý tộc. FitzRoy, vốn rất lập dị, chọn Darwin một phần bởi hình dáng chiếc mũi của Darwin. (Nó cho thấy chiều sâu của tính cách, ông ta tin vậy.) Darwin không phải là lựa chọn đầu tiên của FitzRoy, nhưng đã được quyết định khi người bạn đồng hành mà FitzRoy ưu ái bỏ cuộc. Từ góc nhìn của thế kỷ XXI, đặc điểm chung nổi bật nhất của hai người đàn ông này là sự trẻ trung. Tại thời điểm họ khởi hành, FitzRoy mới 23 tuổi còn Darwin chỉ 22 tuổi.

Nhiệm vụ chính thức của FitzRoy là đo đạc mực nước ven biển, song sở thích, đúng hơn là đam mê, lại là tìm kiếm sự chứng thực cho thuyết sáng thế trong Kinh Thánh. Việc Darwin được đào tạo làm mục sư là nguyên do khiến FitzRoy muốn có ông trên tàu. Sau này, khi Darwin tỏ ra là một người có quan điểm tự do hơn là trung thành với các giáo lý cơ bản của Ki-tô giáo, hai người đã bất hòa trong một thời gian dài.

Quãng thời gian Darwin ở trên tàu *Beagle* từ năm 1831 tới năm 1836 là trải nghiệm định hình cuộc đời ông, song cũng là khoảng thời gian khó khăn nhất. Ông và thuyền trưởng cùng chung một căn buồng nhỏ, thật không hề thoải mái bởi FitzRoy là người rất dễ nổi nóng và thù dai. Hai người thường xuyên tranh cãi, trong đó một số lần “gần như khiến họ phát điên”, theo những gì Darwin sau này nhớ lại. Các chuyến hải trình dễ trở thành quãng thời gian u sầu nhất – thuyền trưởng tiền nhiệm của tàu *Beagle* đã tự bắn vào đầu trong một phút cô độc – và FitzRoy xuất thân từ

một gia đình nổi tiếng với bản tính dễ trầm cảm. Người chú Viscount Castlereagh của FitzRoy đã tự cắt cổ trước đó một thập kỷ khi đang là Bộ trưởng Tài chính. (FitzRoy cũng sẽ tự tử theo cùng cách này vào năm 1865.) Ngay cả với tâm trạng bình thường, FitzRoy vẫn là một người kín tiếng đến lạ lùng. Đến cuối hải trình, Darwin kinh ngạc khi FitzRoy đột ngột kết hôn với một cô gái trẻ mà ông ta đính hôn từ lâu. Trong 5 năm trên biển cùng nhau, Darwin chưa một lần thấy FitRoy ám chỉ về mối quan hệ này hay đơn giản là nhắc đến tên cô ta.

Tuy nhiên, trên mọi khía cạnh khác, chuyến hải trình của *Beagle* là một thắng lợi lớn. Darwin đã trải nghiệm một cuộc phiêu lưu đủ cho cả cuộc đời và tích lũy được một kho mẫu vật đủ khiến ông nổi tiếng và bận rộn suốt nhiều năm. Ông tìm được một kho tàng hóa thạch cổ khổng lồ, trong đó có hóa thạch của loài lười đất hoàn chỉnh nhất được tìm thấy cho tới nay. Ông sống sót sau một trận động đất ở Chile, tìm thấy loài cá heo mới (được ông trân trọng đặt tên là *delphinus fitzroyi*). Ông cần mẫn tiến hành các khảo sát địa chất hữu ích trên dãy Andes và đưa ra một lý thuyết mới về sự hình thành của các đảo san hô vòng rất được tán dương, theo đó, ông cho rằng chúng không thể hình thành trong ít hơn một triệu năm – dấu hiệu đầu tiên cho thấy sự gắn bó lâu dài của ông với các quá trình sự sống cực kỳ cổ xưa diễn ra trên Trái Đất. Năm 1836, ở tuổi 27, ông trở về sau khi đi xa 5 năm 2 ngày. Từ đó, ông không bao giờ rời xa nước Anh nữa.

Một điều Darwin không làm trên chuyến đi là đưa ra thuyết tiến hóa (hay bất cứ học thuyết nào nói chung). Ban đầu, tiến hóa xét như một khái niệm đã có từ hàng chục năm trước vào thập kỷ 1830. Chính ông của Darwin, Erasmus, là người đã vinh danh các nguyên tắc tiến hóa trong một bài thơ không mấy nổi bật The Temple of Nature [tạm dịch: Ngôi đền của Tự nhiên] từ nhiều năm trước khi Charles ra đời. Cho đến tận khi chàng trai Darwin trở về Anh và đọc được tác phẩm *Essay on the Principle of Population* [tạm dịch: *Luận về các nguyên tắc của dân số*] của Thomas Malthus (theo đó sự gia tăng về nguồn cung thực phẩm không bao giờ đủ để bù đắp cho sự gia tăng dân số do các nguyên nhân toán học), ý tưởng này mới bắt đầu ngấm vào tâm trí ông. Ông bắt đầu nhận thấy sự sống là một cuộc đấu tranh lâu dài, và lựa chọn tự nhiên là phương thức qua đó một số loài sẽ phát triển hay diệt vong. Đặc biệt, điều Darwin nhận ra là mọi sinh vật đều cạnh tranh để có được tài nguyên, và loài nào có lợi thế bẩm sinh sẽ phát triển rồi truyền lại lợi thế đó cho hậu duệ của mình. Nhờ đó, các loài liên tục phát triển.

Đây có vẻ là một ý tưởng vô cùng đơn giản, thế nhưng nó lý giải rất nhiều điều, và Darwin sẵn sàng dành cả đời cho nó. "Thật ngu ngốc khi tôi không nghĩ ra điều này!" T. H. Huxley đã khóc khi đọc Nguồn gốc các loài. Quan điểm này từ đó đã có tiếng vang. Điều thú vị là Darwin không sử dụng cụm từ "sự tồn tại của cái phù hợp nhất" trong bất cứ trước tác nào (dù ông thể hiện sự ngưỡng mộ điều đó). Cụm từ này do Herbert Spencer đưa ra vào năm 1864, 5 năm sau khi *Nguồn gốc các loài* được xuất bản, trong cuốn sách *Principles of Biology* [tạm dịch: *Các nguyên lý sinh học*]. Ông cũng không sử dụng thuật ngữ "tiến hóa" cho đến tận lần tái bản thứ 6 của tác phẩm (khi đó nó đã được sử dụng rộng rãi đến mức không thể cản lại) mà thích dùng cụm từ "truyền lại có cải biến". Trên hết, các kết luận của ông cũng không hề bắt nguồn từ những gì ông quan sát được trong thời gian ở quần đảo Galápagos, nơi có các loại mỏ chim sẻ rất đa dạng. Câu chuyện vẫn được kể lại (hoặc ít nhất thường được ghi nhớ) là Darwin, trong khi du ngoạn từ đảo này sang đảo khác, nhận thấy mỏ của loài sẻ được điều chỉnh để phù hợp với nơi cư trú – ở đảo này, mỏ của chúng cứng và ngắn để đập vỡ các loại hạt, trong khi ở đảo kia mỏ của chúng lại dài và nhỏ để lôi thức ăn ra khỏi các khe nứt – điều đó làm ông nghĩ có thể không phải chúng được tạo hình sẵn như vậy mà vì một nguyên nhân nào đó đã tự điều chỉnh như thế.

Thực ra, đúng là chúng đã tự tạo ra điều này, nhưng Darwin không phải người nhận ra. Khi lên tàu *Beagle*, Darwin chỉ vừa tốt nghiệp đại học và chưa phải là một nhà tự nhiên học thực sự, vì thế ông không nhận thấy sự đa dạng của các loài chim trên quần đảo Galápagos. Chính John Gould, nhà điểu học bạn ông, thấy rằng Darwin đã tìm được rất nhiều chim sẻ với những kiểu mỏ khác nhau. Điều đáng tiếc là Darwin không ghi lại con chim nào đến từ đảo nào. (Ông mắc sai lầm tương tự với loài rùa biển.) Ông phải mất nhiều năm để gỡ xong mớ bòng bong này.

Do những thiếu sót này và do cần sắp xếp hết thùng này tới thùng khác chứa các mẫu vật khác thu được từ hành trình *Beagle*, nên mãi tới năm 1842, 5 năm sau khi ông về Anh, Darwin mới vạch ra những nguyên lý cơ bản của một lý thuyết mới. Từ đây, sau hai năm, ông phát triển thành một bản thảo dài 230 trang. Sau đó, ông làm một việc khác thường là cất những ghi chép của mình đi và khiến bản thân bận rộn với những việc khác. Ông trở thành cha của 10 đứa trẻ, và dành gần 8 năm để viết một tác phẩm đầy đủ về loài hàu. ("Tôi ghét loài hàu hơn bất cứ ai," ông thở dài một cách dễ hiểu khi kết thúc tác phẩm), rồi mắc một chứng rối loạn kỳ lạ khiến ông thường xuyên bơ phờ, yếu ớt và dễ xúc động như chính ông kể lại. Các triệu chứng này gần như luôn đi kèm với việc

buồn nôn khủng khiếp, đánh trống ngực, đau nửa đầu, mệt mỏi, run rẩy, có đốm trước mắt, khó thở, đầu óc lâng lâng và, không có gì đáng ngạc nhiên, cả trầm cảm nữa.

Nguyên nhân của tình trạng này đến nay vẫn chưa được làm rõ. Có lẽ thuyết phục nhất trong số rất nhiều khả năng được đưa ra là ông đã mắc Chagas, một loại sốt nhiệt đới dai dẳng do vết cắn của loài bọ benchuga ở Nam Mỹ. Một lý giải tầm thường hơn: ông mắc bệnh tâm thần. Dù thế nào, nỗi đau khổ của ông cũng không hề dễ chịu. Lúc bình thường, ông không thể làm việc một mạch quá 20 phút, đôi khi thậm chí còn ít hơn thế.

Phần lớn thời gian còn lại của ông dành cho hàng loạt biện pháp điều trị càng lúc càng vô vọng: ngâm mình trong nước đá, trong dấm, tự sốc điện nhẹ. Ông trở thành một kiểu ẩn sĩ không bao giờ ra khỏi ngôi nhà ở Kent, Down House. Một trong những việc đầu tiên ông làm khi tới đây là lắp một chiếc gương bên ngoài cửa sổ phòng làm việc để nhận diện và nếu cần thì tránh mặt những người ghé thăm.

Darwin giữ học thuyết cho riêng mình bởi ông biết rõ nó sẽ gây ra nhiều tranh cãi. Năm 1844, khi ông cất những ghi chép của mình đi, một cuốn sách mang tựa đề *Vestiges of the Natural History of Creation* [tạm dịch: *Dấu tích lịch sử tự nhiên của tạo hóa*] đã khiến giới học thuật giận dữ bởi nó cho rằng con người có thể đã tiến hóa từ các loài linh trưởng thấp kém hơn mà không có sự hỗ trợ của một Đấng sáng thế thiêng liêng. Dự đoán được điều này, tác giả đã che dấu thân phận một cách bí mật ngay cả với những người bạn thân nhất trong suốt 40 năm tiếp theo. Một số người băn khoăn liệu có phải chính Darwin là tác giả hay không. Một số khác cho rằng đó là Hoàng tử Albert. Sự thật, tác giả là chủ một nhà xuất bản thành công ít ai ngờ tới là Robert Chambers, một người Scotland. Ông miễn cưỡng phải cho mọi người biết một khía cạnh thực tế và riêng tư: hãng của ông là nhà xuất bản Kinh Thánh hàng đầu.[1] Cuốn sách không chỉ bị giới tăng lữ trên khắp nước Anh phỉ báng, mà còn gặp phải cơn lôi đình từ giới học thuật. Tờ *Edinburgh Review* đã dành gần như cả một ấn phẩm – 85 trang – để phê phán nó. Ngay cả T. H. Huxley, một người tin vào thuyết tiến hóa, cũng tấn công cuốn sách bằng những lời độc địa mà không biết rằng tác giả chính là bạn mình.

1· Darwin là một trong số ít người đoán đúng. Ông tình cờ tới thăm Chambers vào ngày bản in thử của ấn bản lần thứ sáu của Vestiges [tạm dịch: Dấu tích] được gửi tới. Sự chăm chú của Chambers khi biên tập đã phần nào cho thấy điều này, cho dù hai người đàn ông không hề thảo luận về nó.

Bản thảo của chính Darwin có thể sẽ bị lãng quên cho đến tận khi ông qua đời nếu thiếu một báo động đến từ vùng Viễn Đông vào đầu mùa hè năm 1858, dưới hình thức một gói nhỏ trong đó có lá thư thân thiện của nhà tự nhiên học trẻ, Alfred Russel Wallace, và bản thảo một báo cáo có nhan đề *On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the Original Type* [tạm dịch: *Bàn về xu hướng xa rời nguyên gốc của các loài*]. Công trình này đưa ra một lý thuyết chọn lọc tự nhiên giống một cách không tưởng với các ghi chép bí mật của Darwin. Thậm chí ngôn từ ở một số đoạn gần như lặp lại. "Tôi chưa bao giờ thấy một sự trùng hợp nào đáng kinh ngạc hơn thế," Darwin thuật lại đầy thảng thốt. "Nếu Wallace có được bản phác thảo do tôi viết ra năm 1842, anh ta sẽ không thể nào viết được một phần tóm tắt tốt hơn."

Wallace không bước vào đời Darwin một cách bất ngờ như ai đó nhận định. Hai người đã thư từ qua lại, và Wallace hơn một lần hào phóng gửi cho Darwin những mẫu vật vì cho là có thể ông quan tâm. Trong quá trình trao đổi này, Darwin kín đáo cảnh báo Wallace rằng ông xem chủ đề sáng tạo muôn loài là lãnh địa đặc quyền của mình. "Mùa hè này đánh dấu năm thứ 20 (!) kể từ khi tôi mở cuốn sổ ghi chép đầu tiên về câu hỏi như thế nào và bằng cách nào các giống loài lại khác biệt với nhau," ông từng viết trước đó cho Wallace. "Giờ đây, tôi đang chuẩn bị xuất bản công trình của mình," ông nói thêm, cho dù sự thật không phải vậy.

Wallace không hiểu được điều mà Darwin đang cố giải thích – và tất nhiên trong bất cứ trường hợp nào ông cũng không thể biết rằng lý thuyết của mình lại giống hệt với lý thuyết mà Darwin đã và đang phát triển suốt hai thập kỷ.

Darwin bị đặt vào một tình huống khó xử và đau đớn. Nếu vội vàng xuất bản tác phẩm của mình để bảo vệ bản quyền ý tưởng, ông sẽ lợi dụng sự tin cậy của một người ngưỡng mộ ông từ xa. Nếu bước sang một bên, rồi hành động cao thượng như một quý ông, ông sẽ mất đi danh tiếng có được từ một học thuyết mà ông đã xây dựng độc lập. Lý thuyết của Wallace, theo chính lời Wallace thú nhận, là kết quả của một tia chớp tư duy; trong khi công trình của Darwin là sản phẩm của nhiều năm suy nghĩ một cách thận trọng, công phu. Đây thật sự là một bất công khủng khiếp.

Nỗi đau khổ càng đè nặng khi con trai út của ông, cũng mang tên Charles, bị sốt phát ban và ốm nặng. Cuộc khủng hoảng lên tới đỉnh điểm vào ngày 28 tháng Sáu khi đứa trẻ qua đời. Dù đau đớn vì bệnh tật của con trai, nhưng Darwin vẫn dành thời gian viết thư cho hai người bạn, Charles Lyell và Joseph Hooker, để nói rằng

ông sẽ giữ im lặng, song điều đó cũng đồng nghĩa với việc mọi công trình của ông, "dù có thể có giá trị đến nhường nào cũng sẽ bị hủy". Lyell và Hooker đưa ra giải pháp thỏa hiệp là công bố tổng hợp đồng thời các ý tưởng của Darwin và Wallace. Thời điểm họ lựa chọn là tại một cuộc họp của Hội Linnaean, khi đó đang nỗ lực tìm lại vị thế nổi bật trong giới khoa học. Vào ngày 1 tháng Bảy năm 1858, học thuyết của Darwin và Wallace được công bố với thế giới. Darwin không có mặt vì khi cuộc họp diễn ra, ông đang cùng vợ chôn cất con trai mình.

Bài trình bày về lý thuyết của Darwin-Wallace là một trong 7 bài của buổi tối ngày hôm đó – một trong các bài khác nói về hệ thực vật ở Angola – và nếu khoảng 30 cử tọa biết rằng họ đang chứng kiến một sự kiện khoa học mang tính thế kỷ, thì họ cũng không để lộ điều này. Không có cuộc thảo luận nào sau đó. Sự kiện cũng không thu hút nhiều sự chú ý ở những nơi khác. Darwin vui mừng ghi chép lại rằng về sau, chỉ duy nhất giáo sư Haughton ở Dublin nhắc tới hai công trình trong tác phẩm của mình và kết luận "tất cả những gì mới mẻ trong đó đều sai, còn những gì đúng thì đã cũ."

Wallace, vẫn ở Viễn Đông, biết về những diễn biến này rất lâu sau khi sự kiện đã xảy ra, nhưng rất điềm tĩnh và dường như hài lòng vì được cùng nêu tên. Thậm chí, mãi mãi về sau ông vẫn gọi học thuyết này là thuyết Darwin. Một người không chấp nhận tác quyền của Darwin cho lắm là một nhà làm vườn ở Scotland có tên Patrick Matthew. Đáng chú ý là Matthew đã phát hiện ra nguyên lý chọn lọc tự nhiên từ 20 năm trước đó – nghĩa là cùng năm Darwin bắt đầu hành trình trên tàu *Beagle*. Không may, Matthew đã trình bày những quan điểm này trong cuốn *Naval Timber and Arboriculture* [tạm dịch: *Gỗ đóng tàu và Nghề trồng cây*], vốn không được Darwin và toàn thế giới để mắt tới. Matthew bị kích động và đã gửi thư cho tờ *Gardener's Chronicle* khi thấy uy tín của Darwin ở khắp nơi ngày một gia tăng nhờ vào một tư tưởng vốn thật sự là của ông. Darwin xin lỗi ngay không chút do dự, cho dù ông nhận định về sự việc như sau: "Tôi cho rằng không ai cảm thấy ngạc nhiên nếu tôi cũng như bất cứ nhà tự nhiên học nào khác không hề biết đến những quan điểm của ông Matthew, bởi lẽ chúng được trình bày quá vắn tắt, và chỉ xuất hiện trong Phụ lục của công trình về *Gỗ đóng tàu và Nghề trồng cây*.

Trong nửa thế kỷ tiếp theo, Wallace vẫn là một nhà tư tưởng và tự nhiên học, đôi khi rất xuất sắc, nhưng càng lúc ông càng xa rời khoa học và nuôi dưỡng niềm đam mê tâm linh cũng như khả năng tồn tại sự sống ngoài Trái Đất. Bởi thế, một cách mặc định,

học thuyết này trở thành của riêng Darwin. Darwin không ngừng đau đớn, dằn vặt. Ông tự gọi mình là "Giáo sĩ của Quỷ dữ" và cho rằng việc công bố học thuyết cũng giống như "lời thú tội giết người". Hơn hết, ông biết rằng nó khiến người vợ ngoan đạo thân yêu của mình đau đớn tận cùng. Dù vậy, ngay sau đó, ông vẫn bắt tay phát triển bản thảo thành một cuốn sách. Ban đầu, ông gọi nó là *An Abstract of an Essay on the Origin of Species and Varieties through Natural Selection* [tạm dịch: *Tóm luận về Nguồn gốc của các giống loài thông qua chọn lọc tự nhiên*] – một cái tên quá nhạt nhẽo và ỡm ờ đến mức đại diện nhà xuất bản, John Murray, định chỉ in 500 cuốn. Nhưng khi được xem bản thảo với tên sách hấp dẫn hơn một chút, Murray đã xem xét lại và tăng lượng in lần đầu lên 1.250 cuốn.

Nguồn gốc các loài đã nhanh chóng thành công về mặt thương mại, song không mấy được xem trọng. Học thuyết của Darwin gặp phải hai vấn đề nan giải. Nó đòi hỏi khoảng thời gian dài hơn để có sự sẵn sàng chấp nhận của Ngài Kelvin, và hầu như không có các bằng chứng hóa thạch hỗ trợ. Giới phê bình thấu đáo hơn đặt ra cho Darwin câu hỏi về các dạng sinh vật trung gian mà học thuyết này nêu ra hiện đang ở đâu. Nếu các loài không ngừng tiến hóa, như vậy sẽ cần nhiều dạng thức trung gian rải rác trong các hóa thạch, trong khi không phải vậy[1]. Thực tế, các bằng chứng khi đó (và trong khoảng thời gian rất lâu sau này) không hề cho thấy dấu hiệu của sự sống ngay trước thời điểm vụ nổ Cambri nổi tiếng.

---

1. Điều trùng hợp là năm 1861, khi cuộc tranh luận đang ở cao trào, một bằng chứng như thế đã xuất hiện, khi các công nhân ở Bavaria tìm thấy xương của chim thủy tổ, sinh vật nửa chim nửa khủng long, có lông vũ và răng. Đây là một phát hiện bất ngờ và hữu ích, dù tầm quan trọng của nó gây nhiều tranh cãi bởi chỉ là một phát hiện đơn lẻ thì không đủ để kết luận.

Darwin, dù không có bằng chứng gì, khăng khăng cho là các đại dương cổ đại chắc chắn phải chứa đầy sự sống, mà chúng ta chưa tìm thấy là bởi chúng không được gìn giữ cẩn thận, dù vì bất cứ nguyên nhân nào. Đơn giản là mọi thứ không thể khác, Darwin kiên định. "Vấn đề này hiện nay vẫn chưa thể làm rõ được; và có thể dùng điều này làm luận điểm chống lại các quan điểm được tôi nêu ra tại đây," ông thẳng thắn cho phép điều đó song từ chối chấp nhận bất cứ khả năng thay thế nào. Ông suy đoán – rất sáng tạo nhưng không chính xác – rằng các đại dương thời Tiền Cambri quá trong để lắng đọng trầm tích và vì thế không để lại bất cứ hóa thạch nào.

Thậm chí, những người bạn thân nhất cũng phiền lòng trước những khẳng định trong cuốn sách của ông. Adam Sedgwick, người từng dạy Darwin tại Cambridge và đưa Darwin đi tham quan địa chất tại xứ Wales vào năm 1831, đã phát biểu rằng cuốn sách đem lại cho ông nhiều nỗi buồn hơn là niềm vui. Louis Agassiz, nhà cổ sinh vật học vĩ đại người Thụy Sĩ, xem nó như một phỏng đoán nghèo nàn. Ngay cả Lyell cũng kết luận đầy u ám: "Darwin đã đi quá xa." T. H.Huxley phản đối việc Darwin đưa ra khoảng thời gian địa chất khổng lồ, vì Huxley ủng hộ thuyết nhảy vọt, rằng các tiến hóa không diễn ra dần dần mà xảy ra một cách đột ngột. Các đại biểu của học thuyết này không thể chấp nhận ý tưởng các cơ quan phức tạp xuất hiện một cách chậm chạp theo từng giai đoạn. Một phần mười sải cánh hoặc một nửa con mắt thì có chức năng gì? Các cơ quan này, theo quan điểm của họ, chỉ thật sự có ý nghĩa khi chúng xuất hiện ở trạng thái hoàn chỉnh.

Niềm tin này thật đáng ngạc nhiên đối với một người cấp tiến như Huxley, bởi nó gợi lại một ý niệm tôn giáo bảo thủ được nhà thần học người Anh, William Paley, đưa ra lần đầu vào năm 1802. Paley lập luận rằng nếu nhìn thấy một chiếc đồng hồ bỏ túi trên mặt đất; cho dù bạn chưa từng nhìn thấy một thứ như thế trước đây, bạn cũng sẽ lập tức nhận thức được rằng nó do một thực thể thông minh tạo ra. Vì thế, ông tin rằng tính phức tạp là minh chứng cho bản thiết kế của tự nhiên. Đây là một quan điểm đầy ảnh hưởng vào thế kỷ XIX và cũng khiến Darwin gặp không ít rắc rối. "Nhãn quan ngày nay khiến tôi ớn lạnh đến rùng mình," ông viết trong lá thư gửi cho một người bạn. Trong tác phẩm của mình, ông thừa nhận chọn lọc tự nhiên có thể dần tạo ra một bộ phận theo từng bước cho dù "thú thật, điều đó dường như cực kỳ phi lý".

Ngay cả khi đó và trước nỗi bực tức vô tận của những người ủng hộ mình, Darwin không chỉ khẳng định rằng mọi sự thay đổi diễn ra chậm chạp, mà gần như mỗi bản *Nguồn gốc các loài* lại tăng thêm khoảng thời gian ông cho là cần thiết để sự tiến hóa diễn ra, điều này khiến các quan điểm của Darwin ngày càng ít được đón nhận. Theo nhà sử học Jeffrey Schwartz, "Cuối cùng, Darwin gần như mất toàn bộ mọi sự ủng hộ còn lại từ đội ngũ các nhà lịch sử tự nhiên và địa chất học đồng nghiệp."

Điều nghịch lý là tuy Darwin đặt tên cuốn sách của mình là *Nguồn gốc các loài*, nhưng chính ông lại không thể lý giải được các loài bắt nguồn từ đâu. Học thuyết của Darwin giải thích cơ chế để một loài có thể trở nên mạnh hơn, tốt hơn và nhanh hơn – nói ngắn gọn là thích nghi hơn – nhưng không chỉ ra cách thức để một loài

mới xuất hiện. Một kỹ sư người Scotland, Fleeming Jenkin, đã thấy vấn đề này và xem đây là một khiếm khuyết lớn trong lập luận của Darwin. Darwin tin rằng bất cứ đặc tính có lợi nào xuất hiện trong một thế hệ sẽ được truyền sang các thế hệ tiếp theo, do đó, làm cho loài trở nên mạnh hơn. Jenkin lại chỉ ra rằng một đặc tính có lợi ở bố hoặc mẹ sẽ không chiếm ưu thế ở các thế hệ con cháu, mà thực chất sẽ yếu đi sau quá trình phối ngẫu. Nếu rót rượu whisky vào một cốc nước, bạn sẽ chỉ khiến cho nó nhạt đi chứ không thể mạnh hơn. Nếu đổ tiếp dung dịch pha loãng này vào một cốc nước khác, nó sẽ càng nhạt nữa. Tương tự, một đặc tính có lợi xuất hiện ở cha mẹ sẽ được truyền theo cơ chế pha loãng cho đến khi nó biến mất. Bởi thế, học thuyết của Darwin là công thức cho sự bất biến chứ không phải sự thay đổi. Những đặc tính ưu thế có thể xuất hiện lúc này hay lúc khác, nhưng chúng sẽ sớm biến mất dưới sự thôi thúc chung vốn đưa mọi thứ trở lại trạng thái trung bình ổn định. Để cơ chế chọn lọc tự nhiên có thể xảy ra, nhất định phải có một cơ chế khác chưa được biết đến.

Dù không được Darwin và tất cả mọi người biết đến, nhưng cách đó 1.200km tại một góc nhỏ yên tĩnh thuộc Trung Âu, một tu sĩ khiêm nhường là Gregor Mendel đang tìm ra lời giải đáp.

Mendel sinh năm 1822 trong một gia đình nông dân khiêm tốn, tại một thuộc địa của đế quốc Áo, ngày nay là Cộng hòa Séc. Các cuốn sách giáo khoa từng mô tả ông như một tu sĩ tỉnh lẻ giản dị nhưng khá có óc quan sát với những khám phá phần lớn mang tính ăn may – kết quả của việc quan sát một vài đặc điểm di truyền thú vị khi đi lang thang trong vườn đậu của tu viện. Thực chất, Mendel là một nhà khoa học có chuyên môn – ông theo học vật lý và toán học tại Viện Triết học Olmütz và Đại học Vienna – và ông đưa các nguyên tắc khoa học vào mọi việc. Hơn nữa, tu viện ở Brno nơi ông sống từ năm 1843 vốn là một tổ chức học thuật. Nó có một thư viện với 20.000 cuốn sách và một truyền thống nghiên cứu khoa học nghiêm túc.

Trước khi tiến hành các thí nghiệm, Mendel dành hai năm chuẩn bị mẫu, bảy giống đậu, để đảm bảo chúng được nuôi dưỡng đúng cách. Sau đó, nhờ sự trợ giúp của hai phụ tá, ông liên tục nhân giống và lai giống khoảng 30.000 cây đậu. Đây là một công việc tinh tế, đòi hỏi ở ba người đàn ông một độ chính xác cao để tránh sự thụ phấn chéo ngẫu nhiên, và phải lưu ý những biến đổi dù là nhỏ nhất trong quá trình phát triển và xuất hiện của hạt, vỏ, lá, rễ và hoa. Mendel thật sự hiểu rõ những thứ ông đang làm.

Ông không bao giờ sử dụng thuật ngữ "gen" – mãi cho đến năm

1913 thuật ngữ này mới được đưa ra trong một cuốn từ điển y học bằng tiếng Anh – dù ông đã sáng tạo ra các thuật ngữ "trội" và "lặn". Kết luận của ông là mỗi hạt giống chứa hai "nhân tố" hay *elemente*, theo cách ông gọi chúng – một trội, một lặn – các nhân tố này khi kết hợp với nhau sẽ cho ra đời những kiểu di truyền có thể đoán trước.

Ông dùng công thức toán chính xác để mô tả kết quả nghiên cứu. Mendel đã dành tổng cộng 8 năm để tiến hành thí nghiệm, sau đó kiểm tra kết quả bằng các thí nghiệm tương tự trên hoa, ngô và các thực vật khác. Nếu có gì nên nói, thì có lẽ Mendel đã quá khoa học trong cách tiếp cận, vì thế khi ông trình bày các kết quả nghiên cứu tại các phiên họp tháng Hai và tháng Ba của Hội Lịch sử Tự nhiên Brno vào năm 1865, khoảng 40 cử tọa đã lắng nghe một cách lịch sự nhưng không bày tỏ chút cảm xúc nào, dù trồng cây là một vấn đề thuộc sở thích cá nhân của nhiều người trong số họ.

Khi báo cáo của Mendel được xuất bản lần đầu, ông háo hức gửi một bản cho nhà thực vật học vĩ đại người Thụy Sĩ, Karl-Wilhelm von Nägeli, vì sự ủng hộ của nhân vật này ít nhiều có thể đóng vai trò quyết định với vận mệnh của lý thuyết do ông xây dựng. Đáng tiếc là, Nägeli lại không nhận ra phát kiến của Mendel có tầm quan trọng đến mức nào. Ông đã đề xuất Mendel thử trồng ưng thảo. Mendel ngoan ngoãn vâng lời, nhưng nhanh chóng nhận ra loài cỏ này không có các đặc trưng cần thiết để nghiên cứu về di truyền. Rõ ràng, Nägeli đã không đọc báo cáo cẩn thận hoặc không hề đọc. Thất vọng, Mendel từ bỏ nghiên cứu về di truyền, dành phần đời còn lại trồng các loại dị thảo và nghiên cứu ong, chuột, các đốm Mặt Trời cùng nhiều thứ khác. Cuối cùng, ông trở thành cha trưởng của tu viện.

Các phát kiến của Mendel không bị lờ đi ở khắp nơi như nhiều người nói. Nghiên cứu của ông được ghi nhận một cách trân trọng trong *Bách khoa toàn thư Britannica* – vào thời đó được đánh giá cao hơn ngày nay với vai trò hồ sơ khoa học – và được một bài báo của Wilhelm Olbers Focke, nhà khoa học người Đức trích dẫn nhiều lần. Thực tế, vì các ý tưởng của Mendel không bao giờ biến mất khỏi tư duy khoa học, nên chúng rất dễ được hưởng ứng khi thế giới sẵn sàng đón nhận.

Dù không nhận ra điều này, nhưng Darwin và Mendel đã cùng nhau đặt nền móng cho toàn bộ các ngành khoa học về sự sống của thế kỷ XX. Darwin nhận thấy các sinh vật đều có quan hệ với nhau và cuối cùng "có thể lần ngược từ chúng về một dòng dõi

chung duy nhất"; trong khi đó, nghiên cứu của Mendel đưa ra cơ chế cho thấy điều này có thể xảy ra. Hai người lẽ ra có thể giúp đỡ lẫn nhau. Mendel có một bản tiếng Đức của *Nguồn gốc các loài*, và ông chắc chắn đã đọc nó, vì thế chắc hẳn ông phải nhận thấy khả năng liên kết các nghiên cứu của mình với nghiên cứu của Darwin. Thế nhưng dường như ông không có chút nỗ lực liên lạc nào. Về phần Darwin, người ta biết rằng ông đã đọc bài báo có tầm ảnh hưởng của Focke, trích dẫn nhiều lần công trình của Mendel, thế nhưng ông không kết nối chúng với nghiên cứu của chính mình.

Điều mà mọi người tưởng là điểm nổi bật trong lập luận của Darwin, rằng con người là hậu duệ của vượn người, thực chất không hề nổi bật chút nào, mà chỉ được ám chỉ đôi chút. Nhưng cả khi đó, không cần bước nhảy vọt vĩ đại nào về trí tưởng tượng, người ta vẫn có thể hiểu hàm ý về sự phát triển của con người trong học thuyết này, và nó lập tức trở thành một điểm gây nhiều tranh luận.

Cuộc quyết đấu diễn ra vào thứ Bảy ngày 30 tháng Sáu năm 1860 tại Oxford trong một phiên họp của Hội Anh quốc vì sự Tiến bộ Khoa học. Huxley được Robert Chambers, tác giả của *Vestiges of the Natural History of Creation* yêu cầu xuất hiện, cho dù ông vẫn không biết sự liên quan của Chambers với cuốn sách này. Darwin luôn vắng mặt. Phiên họp được tổ chức tại Bảo tàng Động vật học Oxford. Hơn 1.000 người đã xúm đông trong hội trường; hàng trăm người khác bị xua đuổi. Mọi người biết rằng một biến cố lớn sắp xảy ra, cho dù trước hết phải đợi một diễn giả buồn tẻ là John William Draper đến từ Đại học New York dũng cảm trình bày chậm rãi suốt hai giờ những nhận định sơ bộ về "Sự phát triển trí tuệ châu Âu trong sự dẫn chiếu tới các quan điểm của Darwin."

Cuối cùng, giám mục của Oxford, Samuel Wilberforce, đã đứng lên phát biểu. Nhiều người cho rằng Wilberforce đã được Richard Owen, người hăng hái bài bác thuyết Darwin, tóm lược nội dung của thuyết này trong buổi chiêu đãi tại gia tối hôm trước. Giống với hầu hết các sự việc kết thúc trong ồn ào, lời tường thuật về những gì thật sự đã xảy ra thường rất khác nhau. Câu chuyện phổ biến nhất kể rằng khi đã vào mạch, Wilberforce quay sang nhìn Huxley và nở một nụ cười khô khốc, rồi hỏi liệu có phải ông ta có mối liên hệ với loài thông qua ông bà mình hay không. Câu hỏi này chủ ý là một lời châm chích nhưng nó đã đụng phải một bức tường băng giá. Theo như chính ông thuật lại, Huxley đã quay sang người kế bên và thì thầm, "Chúa đã đặt lão ta vào tay tôi," rồi đứng dậy với một sự thích thú.

Tuy nhiên, những người khác nhớ lại rằng Huxley đã run lên vì giận dữ và phẫn nộ. Nhưng dù thế nào, Huxley cũng tuyên bố rằng ông thà có quan hệ huyết thống với loài dã nhân, còn hơn với một người lạm dụng uy danh của ông để nói nhăng cuội không báo trước tại một diễn đàn khoa học nghiêm túc. Cách trả đòn này vừa không đúng chỗ lại vừa xúc phạm tới chức vụ của Wilberforce, vì thế, phần còn lại của phiên họp trở thành một mớ hỗn loạn. Một quý bà mang tên Brewster đã ngất xỉu. Robert FitzRoy, bạn đồng hành của Darwin trên tàu *Beagle 25* năm trước, đã đi quanh hội trường, giơ cao cuốn *Kinh Thánh* và kêu lên, "Cuốn sách, cuốn sách!" (Ông có mặt tại hội trường để trình bày một nghiên cứu về bão trong vai trò lãnh đạo cơ quan khí tượng mới thành lập.) Điều thú vị là mỗi bên sau đó đều tuyên bố đã đánh gục bên kia.

Cuối cùng, Darwin đã chính thức thể hiện niềm tin vào mối liên hệ của chúng ta với dã nhân trong cuốn *The Descent of Man* [tạm dịch: *Nguồn gốc của con người*] được xuất bản năm 1871. Đây là một kết luận táo bạo vì không có bất cứ bằng chứng hóa thạch nào ủng hộ ý tưởng này. Vào thời đó, dấu vết duy nhất của loài người sơ khai là những chiếc xương của người Neandertal nổi tiếng được tìm thấy ở Đức và một vài mảnh xương hàm rời rạc. Nhiều chuyên gia uy tín thậm chí còn không tin vào niên đại của chúng. Cuốn sách này lẽ ra phải gây tranh cãi nhiều hơn *Nguồn gốc các loài*; nhưng tại thời điểm nó ra đời, thế giới đã ít bị kích động hơn và các lập luận của nó cũng ít gây xôn xao hơn.

Tuy nhiên, Darwin dành phần lớn những năm tháng cuối đời cho các dự án khác, đa số chỉ chạm hờ tới những vấn đề chọn lọc tự nhiên. Ông mất một khoảng thời gian dài đến ngạc nhiên để nhặt phân chim, nghiên cứu thành phần của chúng trong nỗ lực tìm hiểu cách thức hạt giống có thể được phát tán xuyên lục địa. Chưa kể, ông còn mất nhiều năm hơn nữa để nghiên cứu hành vi của các loài giun. Ông từng thử nghiệm chơi đàn cho chúng nghe – không phải để làm chúng vui mà để nghiên cứu phản ứng của chúng với âm thanh và rung động. Ông là người đầu tiên nhận ra sự thiết yếu của giun đối với sự màu mỡ của đất đai. "Có lẽ không nhiều loài động vật đóng vai trò quan trọng đến thế trong lịch sử thế giới," ông đã viết như vậy trong tác phẩm kinh điển của mình về đề tài này, *The Formation of Vegetable Mould Through the Action of Worms* [tạm dịch: *Sự hình thành đất trồng tơi xốp thông qua hoạt động của giun*], năm 1881, thực tế còn nổi tiếng hơn cuốn Nguồn gốc các loài trước đây. Các cuốn sách khác của ông bao gồm *On the Various Contrivances by which British and Foreign Orchids Are Fertilised by Insects* [tạm dịch: *Các phương thức thụ phấn đa dạng*

của hoa lan Anh quốc và nước ngoài nhờ côn trùng], năm 1862, *Expressions of the Emotions in Man and Animals* [tạm dịch: *Cách biểu lộ cảm xúc ở con người và động vật*], năm 1872, cuốn này bán được gần 5.300 bản ngay trong ngày đầu tiên, *The Effects of Cross and Self Fertilization in the Vegetable Kingdom* (tạm dịch: *Ảnh hưởng của sự tự thụ phấn và thụ phấn chéo trong giới thực vật*), năm 1876 – một chủ đề rất gần với nghiên cứu của Mendel nhưng không thể đạt đến mức độ sâu sắc như thế – và *The Power of Movement in Plants* [tạm dịch: *Sức dịch chuyển của thực vật*]. Cuối cùng nhưng cũng rất quan trọng, ông dụng tâm nghiên cứu về hậu quả của giao phối cận thuyết – một mối quan tâm mang tính cá nhân. Vì đã cưới một người em họ, Darwin đau khổ hoài nghi rằng sự yếu đuối nhất định về thể chất và tinh thần của các con ông bắt nguồn từ sự thiếu đa dạng trong cây gia phả.

Darwin thường xuyên được vinh danh khi còn sống, nhưng sự tôn vinh ấy không bao giờ là nhờ *Nguồn gốc các loài* hay *Nguồn gốc của con người*. Ông được Hội Hoàng gia trao tặng Huân chương Copley danh giá cho những đóng góp trong lĩnh vực địa chất, động vật học và thực vật học chứ không phải cho thuyết tiến hóa. Hội Linnaean cũng vui vẻ vinh danh Darwin, nhưng vẫn không ủng hộ quan điểm tiến bộ của ông. Darwin không bao giờ được phong tước hiệp sĩ cho dù vẫn được chôn cất tại tu viện Westminster – kế bên Newton. Ông qua đời tại Kent vào tháng Tư năm 1882. Mendel qua đời hai năm sau đó.

Học thuyết của Darwin không thật sự được chấp nhận rộng rãi cho đến tận những năm 1930-1940, nhờ sự phát triển của học thuyết chiết trung với tên gọi khá kiêu ngạo, thuyết Tổng hợp Hiện đại, kết hợp tư tưởng của Darwin, Mendel và nhiều người khác. Về phần Mendel, sự đón nhận lý thuyết của ông cũng khá muộn màng dù vẫn sớm hơn Darwin một chút. Vào năm 1900, ba nhà khoa học độc lập tại châu Âu tái phát hiện những nghiên cứu của Mendel gần như cùng một lúc. Bởi một trong số họ, nhà khoa học người Hà Lan Hugo de Vries, có lẽ muốn chiếm đoạt các kết quả của Mendel cho riêng mình, nên một đối thủ của ông ta đã chứng minh vinh dự đó thật sự thuộc về vị mục sư bị lãng quên.

Thế giới gần như đã sẵn sàng, dù vẫn chưa đủ, để bắt đầu hiểu nguyên nhân chúng ta có mặt ở đây và cách thức chúng ta tạo ra nhau. Bạn sẽ kinh ngạc nếu biết rằng cho đến đầu thế kỷ XX, các nhà khoa học xuất sắc nhất trên thế giới thật sự vẫn chưa thể lý giải đầy đủ những đứa trẻ đến từ đâu.

Nếu bạn có thể nhớ lại, đây là những người đàn ông tin rằng khoa

học đã gần đến cực hạn.

26
Chất liệu của sự sống

Nếu cha mẹ bạn không kết đôi đúng thời điểm như họ đã làm – có thể chỉ sai lệch một giây, thậm chí chỉ một nanô giây – bạn sẽ không có mặt ở đây. Nếu ông bà bạn không kết đôi chính xác về mặt thời gian như vậy, bạn cũng sẽ không có mặt ở đây. Nếu tổ tiên của bạn không làm điều tương tự thì rõ ràng và chắc chắn là bạn sẽ không có mặt ở đây.

Càng lùi về quá khứ, những mối nợ nần với tổ tiên sẽ càng lớn. Chỉ cần lùi lại tám thế hệ, vào khoảng thời gian Charles Darwin và Abraham Lincoln ra đời, sự tồn tại của bạn phụ thuộc vào sự kết đôi đúng thời điểm của hơn 250 người. Xa hơn, tới thời đại của Shakespeare và những người hành hương Mayflower, bạn sẽ có không dưới 16.384 tổ tiên miệt mài trao đổi vật chất di truyền theo một cách để, cuối cùng và thật kỳ diệu, tạo ra bạn.

Hai mươi thế hệ trước, số người tham gia quá trình sinh sản vì quyền lợi của bạn đã lên tới 1.048.576. Thêm năm thế hệ trước đó nữa, có không ít hơn 33.554.432 đàn ông và phụ nữ đã kết đôi để đảm bảo sự tồn tại của bạn. Ba mươi thế hệ trước, tổng số tổ tiên của bạn là hơn một tỷ người (1.073.741.824, nếu nói chính xác) – nên nhớ con số này không bao gồm anh em, cô chú và các mối quan hệ khác, mà chỉ là cha mẹ và cha mẹ của cha mẹ, v.v.. theo một đường dẫn không thể tránh khỏi để có bạn. Nếu bạn lùi lại sáu mươi tư thế hệ, trở lại thời La Mã, số người mà sự nỗ lực đồng thời của họ quyết định sự tồn tại của bạn ngày hôm nay sẽ lên đến xấp xỉ một nghìn triệu tỷ, nghĩa là nhiều gấp vài nghìn lần tổng số người từng sống trên thế giới.

Rõ ràng có gì đó không đúng với các phép toán trên. Câu trả lời có thể sẽ làm bạn thấy thú vị, đó là huyết thống của bạn không thuần khiết. Bạn không thể có mặt ở đây nếu không có chút loạn

luân – thực tế là tương đối nhiều phần loạn luân – dù đã được kín đáo loại bỏ về mặt di truyền. Với nhiều triệu tổ tiên cần thiết để tạo ra bạn, sẽ có nhiều dịp một người họ hàng phía mẹ bạn giao phối với một người họ hàng phía cha bạn. Thực tế, nếu bạn gặp bất cứ ai cùng chủng tộc và quốc tịch, khả năng rất cao là hai người có mối quan hệ họ hàng ở mức độ nhất định. Nếu bạn nhìn quanh trên xe buýt hoặc nơi công viên, quán cà phê, hay bất cứ nơi nào đông đúc, đa số những người bạn thấy có lẽ đều là họ hàng. Nếu có ai đó ba hoa với bạn, anh ta là hậu duệ của Shakespeare hay William Nhà chinh phạt1, bạn nên trả lời ngay rằng: "Tôi cũng vậy!" Theo nghĩa đơn giản và hiển ngôn nhất, tất cả chúng ta đều là một gia đình.

---

1. William I của Anh (khoảng năm 1028 - 9 tháng Chín, 1087) là Công tước của Normandy từ năm 1035 đến năm 1087 và là Vua Anh từ năm 1066 đến năm 1087. Ông thường được gọi là William Nhà chinh phạt (William the Conqueror) vì thành tích chinh phạt nước Anh của ông (ND).

Chúng ta cũng giống nhau đến kỳ lạ. Nếu so sánh bộ gen của bạn với bất cứ ai, trung bình chúng sẽ giống nhau đến 99,9%. Đây là nguyên nhân khiến chúng ta là một loài. Sự khác biệt nằm ở 0,1% còn lại – "chỉ một trên một nghìn bazơ nucleôtit", trích lời nhà di truyền học người Anh mới được trao giải Nobel, John Sulston – là thứ làm cho mỗi chúng ta khác biệt. Trong những năm gần đây, đã có nhiều nỗ lực truy và vẽ lại một bộ gen người. Thật ra không có thứ gì là một bộ gen chung của con người. Bộ gen của mỗi người đều khác nhau. Nếu không tất cả chúng ta sẽ giống hệt nhau. Chính sự tái tổ hợp không ngừng của các bộ gen – mỗi bộ gần như giống hệt các bộ khác nhưng không hoàn toàn – đã khiến chúng ta vừa là những cá thể lại vừa là một loài.

Nhưng thứ chúng ta gọi là bộ gen chính xác là gì? Gần hơn nữa, gen là gì? Hãy trở lại một lần nữa với tế bào. Mỗi tế bào có một nhân và trong mỗi nhân là các nhiễm sắc thể – 4,6 chuỗi phức hợp, trong đó 23 đến từ bố và 23 đến từ mẹ. Trừ một số ít ngoại lệ, mỗi tế bào trong cơ thể bạn – có thể nói lên tới 99.999% – mang số nhiễm sắc thể giống nhau. (Các ngoại lệ là tế bào hồng cầu, một vài tế bào của hệ thống miễn dịch, trứng và tinh trùng, vì nhiều nguyên nhân thuộc về cấu trúc sẽ không mang đủ bộ gen.) Các nhiễm sắc thể chứa các chỉ dẫn hoàn chỉnh cần thiết để tạo ra và duy trì chính bạn. Chúng được cấu tạo từ những chuỗi dài của một hóa chất kỳ lạ gọi là axít đêôxiribônuclêic hay ADN – "phân tử lạ lùng nhất trên Trái Đất", đã có người đã nhận xét như vậy.

Các ADN tồn tại vì mục đích duy nhất – để tạo ra thêm ADN – và chúng có rất nhiều trong cơ thể bạn: gần 2m được nén trong mỗi tế bào. Chiều dài của mỗi ADN gồm khoảng 3,2 tỷ ký tự mã hóa, đủ để tạo ra 101.920.000.000 khả năng kết hợp, "đảm bảo sự duy nhất theo bất cứ tỷ lệ nào", theo lời Christian de Duve. Con số này có khả năng là rất lớn – một số 1 theo sau bởi hơn 3 tỷ số 0. "Sẽ cần hơn 5.000 cuốn sách kích cỡ trung bình chỉ để in riêng con số này," Duve nhận xét. Hãy nhìn bạn trong gương và nhớ rằng bạn có khoảng 1 triệu tỷ tế bào, mỗi tế bào trong số đó giữ khoảng 2m ADN được nén rất chặt, bạn sẽ bắt đầu hiểu bạn mang theo mình bao nhiêu vật chất di truyền. Nếu tất cả ADN của bạn được dệt thành một sợi duy nhất, nó đủ để nối từ Trái Đất đến Mặt Trăng và trở lại, không phải chỉ một hay hai vòng mà rất nhiều vòng. Tổng cộng, theo tính toán, bạn có tới 20 tỷ km ADN được nén gọn trong cơ thể.

Tóm lại, cơ thể bạn yêu thích việc tạo ra ADN, và nếu thiếu nó bạn sẽ không thể tồn tại. Tuy vậy, bản thân ADN không sống, ngoài ra, không có phân tử nào đặc biệt như vậy. Nó là "một trong những phân tử thụ động, trơ lì về mặt hóa học nhất trong thế giới sinh vật", trích lời nhà di truyền học Richard Lewontin. Đây là lý do người ta có thể khôi phục nó từ những mẫu máu và tinh trùng khô trong các vụ điều tra giết người, hoặc tái tạo lại từ các xương người Neandertal cổ đại. Nó cũng lý giải tại sao các nhà khoa học phải mất quá nhiều thời gian để hiểu được lý do một chất thiếu sức sống đến kỳ lạ lại trở thành trung tâm của sự sống.

ADN được biết đến từ lâu hơn bạn nghĩ. Nó được Johann Friedrich Miescher, một nhà khoa học Thụy Sĩ làm việc tại Đại học Tübingen ở Đức, phát hiện từ năm 1869. Trong khi quét kính hiển vi qua các vết mủ trên các miếng băng phẫu thuật, Miescher phát hiện ra một chất mà ông không biết và gọi nó là *nuclein* (vì nó nằm bên trong nhân tế bào). Tại thời điểm đó, Miescher không làm gì nhiều hơn là ghi nhận sự tồn tại của nó, nhưng nuclein rõ ràng đã ăn sâu trong tâm trí ông, vì 23 năm sau, trong một lá thư gửi cho người bác, ông đã đưa ra khả năng nuclein chính là tác nhân đằng sau sự di truyền. Đây là một nhận định tuyệt vời, nhưng nó lại đi quá xa những yêu cầu khoa học của thời đại đó, nên không thu hút được bất cứ sự chú ý nào.

Trong suốt nửa thế kỷ sau đó, phỏng đoán chung là vật chất này – giờ đây được gọi là axít đêôxyribônuclêic hay ADN – nhiều nhất cũng chỉ đóng vai trò phụ trợ đối với di truyền. Nó quá đơn giản, chỉ có bốn thành phần cơ bản gọi là các nuclêôtit, giống như một bảng chữ cái chỉ có bốn ký tự. Làm sao có thể viết nên câu chuyện

của sự sống chỉ với một bảng chữ cái giản đơn đến vậy? (Câu trả lời là bạn làm được điều này theo một cách tương tự việc tạo ra các thông điệp phức tạp chỉ nhờ những chấm và gạch đơn giản như mã Morse – bằng cách kết hợp chúng.) Theo những gì chúng ta được biết, các ADN không làm gì cả. Điều mà người ta biết nhiều nhất là chúng chỉ nằm trong hạt nhân, có thể kết hợp các nhiễm sắc thể theo một cách nào đó hoặc thực hiện các công việc nhỏ nhặt khác chưa ai từng nghĩ đến. Người ta cho rằng sự phức tạp cần thiết là ở các prôtêin trong nhân tế bào.

Tuy nhiên, việc bỏ qua ADN có hai vấn đề. Thứ nhất, có quá nhiều ADN – gần 2m trong gần như mọi tế bào – vì thế rõ ràng đối với các tế bào, chúng đóng vai trò quan trọng nhất định. Hơn nữa, chúng liên tục xuất hiện trong các thí nghiệm như những kẻ tình nghi trong một vụ án mạng. Qua hai nghiên cứu độc lập, một liên quan tới vi khuẩn *pneumonococcus* và một liên quan tới thể thực khuẩn (virus xâm nhiễm vào vi khuẩn), ADN bộc lộ vai trò quan trọng mà chỉ có thể giải thích được nếu nó mang ý nghĩa then chốt hơn so với quan niệm của các tư tưởng chính thống. Bằng chứng cho thấy ADN tham gia theo cách nào đó vào quá trình tạo ra prôtêin, một quá trình thiết yếu đối với sự sống, nhưng rõ ràng prôtêin được tạo ra ở ngoài nhân tế bào, cách xa các ADN đang được giả định là chỉ đạo quá trình tổng hợp chúng.

Không ai hiểu ADN có thể truyền thông tin tới các prôtêin bằng cách nào. Ngày nay, chúng ta đã biết câu trả lời: đó là nhờ ARN, hay axít ribônuclêic, đóng vai trò thông dịch viên cho chúng. Một điều kỳ quặc đáng chú ý của sinh học là ADN và các prôtêin không nói cùng một ngôn ngữ. Trong suốt bốn tỷ năm, chúng cùng nhau chi phối sự sống nhưng lại hồi đáp các mật mã không tương thích với nhau, như thể một người nói tiếng Tây Ban Nha, người kia nói tiếng Ấn. Để giao tiếp, ARN chuyển các thông tin từ ADN của một tế bào thành các thuật ngữ mà các prôtêin có thể hiểu và làm theo. Tuy vậy, vào đầu những năm 1900, thời điểm câu chuyện này được thuật lại, chúng ta vẫn còn cách rất xa việc hiểu được điều này, hay đúng hơn là bất cứ thứ gì khác liên quan tới lĩnh vực di truyền phức tạp.

Rõ ràng đã đến lúc chúng ta cần đến một nhà thực nghiệm khéo léo và đầy cảm hứng, và may mắn thay, thời đại đã sản sinh ra một nhà khoa học trẻ với đủ năng khiếu và sự cần mẫn để đảm nhận công việc này. Đó là Thomas Hunt Morgan. Năm 1904, chỉ 4 năm sau khi các thí nghiệm của Mendel với các cây đậu được tái lập và 10 năm trước khi gen trở thành một từ thông dụng, ông đã bắt đầu làm được những việc đáng kể với các nhiễm sắc thể.

Nhiễm sắc thể đã tình cờ được phát hiện từ năm 1888 rồi được gọi như vậy vì chúng hấp thụ thuốc nhuộm rất nhanh, và dễ dàng hiện lên dưới kính hiển vi. Đến đầu thế kỷ, người ta bắt đầu xem xét vai trò của chúng trong di truyền, nhưng không ai biết cơ chế hay thậm chí là liệu có thật sự chúng làm được việc đó hay không.

Morgan chọn đối tượng nghiên cứu là loài ruồi nhỏ bé, mỏng manh có tên khoa học là *drosophila melanogaster*, được biết đến nhiều hơn với tên gọi ruồi giấm. Đây là một loài côn trùng yếu ớt, không màu, thích đậu trên đồ uống của chúng ta. Chúng có những đặc tính rất hấp dẫn để trở thành vật mẫu trong phòng thí nghiệm: gần như không mất chi phí để nuôi dưỡng, dễ dàng tạo ra hàng triệu con ruồi giấm trong các hộp sữa, thời gian để từ trứng đến khi trưởng thành chưa đầy mười ngày, và chỉ có bốn nhiễm sắc thể – đơn giản một cách tiện dụng.

Làm việc trong một phòng thí nghiệm nhỏ (về sau được gọi là Phòng Ruồi) tại Schermerhorn Hall, Đại học Columbia ở New York, Morgan và nhóm của ông đã tiến hành chương trình nhân giống và nhân giống chéo tỷ mỉ cho hàng triệu con ruồi (một nhà viết tiểu sử đưa ra con số hàng tỷ, nhưng chắc chỉ là một sự phóng đại), mỗi con trong số đó sẽ được bắt bằng nhíp và soi dưới kính của thợ kim hoàn để ghi nhận bất cứ thay đổi nhỏ nào về mặt di truyền. Trong sáu năm, họ cố gắng tạo ra các biến dị bằng mọi cách nghĩ ra được – cho lũ ruồi tiếp xúc với phóng xạ và tia X, nuôi chúng trong ánh sáng mạnh và bóng tối, nướng nhẹ chúng trong lò, xoay chúng điên cuồng trong các máy ly tâm – nhưng vẫn không có gì xảy ra. Khi Morgan sắp từ bỏ, một biến dị đột ngột và có thể lặp lại xuất hiện – một con ruồi có mắt màu trắng thay vì màu đỏ như bình thường. Với bước đột phá này, Morgan và các cộng sự có thể tạo ra các dị tật hữu ích, cho phép họ theo dõi nó ở các thế hệ tiếp theo. Nhờ phương pháp này, họ tính được sự liên quan giữa các đặc tính nhất định và các nhiễm sắc thể độc lập. Cuối cùng, họ làm hài lòng hầu như tất cả mọi người khi chứng minh được nhiễm sắc thể là tâm điểm của di truyền.

Song, nan đề hóc búa hơn nữa của sinh vật học vẫn còn đó: các gen bí ẩn và ADN tạo ra chúng. Đây là những đối tượng khó phân lập và tìm hiểu hơn nhiều. Đến tận năm 1933, khi Morgan được trao giải Nobel cho công trình của mình, nhiều nhà nghiên cứu vẫn chưa tin rằng gen thật sự tồn tại. Như Morgan nhận định khi đó, không có sự đồng thuận xung quanh vấn đề gen là gì – liệu chúng có thật hay thuần túy là giả tưởng. Có thể thật đáng ngạc nhiên khi giới khoa học phải nỗ lực đến thế chỉ để chấp nhận bản chất vật lý của hoạt động cơ bản của tế bào, nhưng như Wallace,

King và Sanders chỉ ra trong cuốn *Biology: The Science of Life* [tạm dịch: *Sinh học: Khoa học về sự sống*], ngày nay chúng ta cũng rơi vào vị trí tương tự trước các hoạt động tinh thần như suy nghĩ hay trí nhớ. Ai cũng biết chúng ta có chúng, tất nhiên, song chúng ta không biết liệu chúng có mang một hình thái vật lý nào đó không. Suốt một thời gian dài, đây là vấn đề tương tự với gen. Với những người cùng thời Morgan, ý nghĩ có thể tách một gen từ cơ thể và mang đi để nghiên cứu cũng phi lý như việc các nhà khoa học ngày nay có thể tóm một dòng suy nghĩ và xem xét nó dưới kính hiển vi.

Điều chắc chắn đúng là có thứ gì đó liên quan tới các nhiễm sắc thể đang chỉ đạo quá trình tái tạo tế bào. Cuối cùng vào năm 1944, sau 15 năm nỗ lực, một nhóm các nhà khoa học tại Học viện Rockefeller ở Manhattan, do một người Canada thông thái nhưng nhút nhát tên là Oswald Avery làm trưởng nhóm, đã thực hiện thành công một thí nghiệm cực kỳ phức tạp trong đó một chuỗi vi khuẩn không độc đã được cho tiếp xúc với các ADN lạ để trở thành vi khuẩn độc, qua đó cho thấy ADN đóng vai trò quan trọng hơn là một phân tử thụ động, và là tác nhân tích cực trong di truyền. Về sau, nhà sinh hóa học người Áo, Erwin Chargaff, đã nghiêm túc đề xuất rằng khám phá của Avery xứng đáng nhận hai giải Nobel.

Thật đáng tiếc, Avery bị chính các đồng nghiệp trong học viện phản đối. Một kẻ ủng hộ mạnh mẽ việc xem prôtêin là vật chất di truyền, Alfred Mirsky, đã tìm mọi cách để hạ bệ công trình của Avery – gồm cả việc vận động các lãnh đạo Học viện Karolinska ở Stockholm không trao giải Nobel cho Avery. Lúc này, Avery đã 66 tuổi và rất mệt mỏi. Không chịu được áp lực và tranh luận, ông từ chức và vĩnh viễn không trở lại phòng thí nghiệm. Song các thí nghiệm ở nhiều nơi khác đã ủng hộ mạnh mẽ những kết luận của ông, và cuộc đua nhanh chóng chuyển hướng sang tìm hiểu cấu trúc ADN.

Nếu là người thích cá cược, vào đầu thập niên 1950 hẳn bạn sẽ đặt hết tiền cho Linus Pauling đến từ Học viện Công nghệ California, nhà hóa học hàng đầu nước Mỹ, để khám phá cấu trúc của ADN. Pauling là thiên tài vô song trong lĩnh vực xác định cấu trúc phân tử và là tiên phong trong lĩnh vực tinh thể học tia X, một kỹ thuật có khả năng xuyên tới trung tâm của ADN. Với một sự nghiệp cực kỳ xuất sắc, ông sẽ được nhận hai giải Nobel (Hóa học vào năm 1954 và Hòa bình vào năm 1962); nhưng với ADN, ông lại cho rằng cấu trúc của nó là một chuỗi xoắn ba, không phải xoắn đôi và không bao giờ đi đúng hướng. Cuối cùng, vinh quang không ngờ lại thuộc về bốn nhà khoa học ở Anh, những người không làm việc

theo nhóm, không chuyên và đều mới bước vào lĩnh vực này.

Trong bốn người, người giống một nhà nghiên cứu truyền thống nhất là Maurice Wilkins, trong suốt thời gian Thế chiến II ông đã thiết kế bom nguyên tử. Hai người khác, Rosalind Franklin và Francis Crick, đã trải qua những năm tháng chiến tranh làm việc cho chính phủ Anh – Crick nghiên cứu về mìn, Franklin nghiên cứu về mỏ than. Người khác thường nhất trong bộ tứ là James Watson, một thần đồng người Mỹ nổi tiếng từ nhỏ khi là thành viên của chương trình phát thanh nổi tiếng *The Quiz Kids* (và ít nhất có thể xem là nguồn cảm hứng cho một số thành viên trong gia đình Grass trong *Frannie và Zooey* cùng với các tác phẩm khác của J. D. Salinger), ông vào Đại học Chicago khi mới 15 tuổi. Ông lấy được bằng tiến sĩ ở tuổi 22 và từ đó gắn bó với Phòng thí nghiệm Cavendish nổi tiếng ở Cambridge. Năm 1951, James là một anh chàng 23 tuổi với mái đầu ấn tượng xuất hiện trong các bức ảnh với sức hấp dẫn vô cùng lớn.

Crick, hơn Watson 12 tuổi và vẫn chưa có bằng tiến sĩ, là một người không để râu và hay mặc đồ vải tuýt. Theo những gì Watson kể lại, ông là một người độc đoán, tò mò, thích tranh luận, không thể kiên nhẫn với những người chậm chạp khi trình bày ý tưởng và thường bị yêu cầu đi nơi khác. Không ai trong số họ được đào tạo bài bản về sinh hóa học.

Họ giả định – và sau này sẽ thấy rất chính xác – rằng nếu xác định được hình dạng của một phân tử ADN, ta sẽ có thể biết nó đã có hoạt động gì và như thế nào. Họ hy vọng có thể làm được điều này theo cách ít công sức nhất có thể, ngoại trừ những việc thật cần thiết. Watson đã thuật lại một cách hồ hởi (thậm chí có phần không thành thật) trong tự truyện *The Double Helix* [tạm dịch: *Chuỗi xoắn kép*] rằng "tôi mơ ước có thể giải mã gen mà không cần biết chút gì về hóa học." Họ không được phân công nghiên cứu ADN và có lúc nhận lệnh ngừng lại. Watson làm ra vẻ đang tìm cách làm chủ nghệ thuật tinh thể học; còn Crick có nhiệm vụ hoàn thành luận án về nhiễu xạ tia X trên các phân tử lớn.

Dù Crick và Watson hưởng gần trọn vinh quang trong việc khám phá bí mật của ADN, nhưng bước đột phá của họ phụ thuộc chặt chẽ vào các thí nghiệm do các đối thủ tiến hành cùng các kết quả thu được hết sức tình cờ, theo ngôn từ khéo léo của nhà sử học Lisa Jardine. Đi trước họ rất xa, ít nhất ở bước đầu, là hai nhà khoa học Wilkins và Franklin tại Đại học King ở London.

Wilkins, sinh ra ở New Zealand, là một người khiêm nhường, đến

mức gần như vô danh. Một bộ phim tài liệu của PBS năm 1998 nói về việc phát hiện ra cấu trúc của ADN – nhờ kỳ công đó ông được chia sẻ giải Nobel năm 1962 với Crick và Watson – đã hoàn toàn bỏ quên ông.

Franklin là nhân vật bí ẩn nhất trong số họ. Watson đã dựng lên bức chân dung hết sức thiếu thiện chí về bà trong *Chuỗi xoắn kép*, theo đó Franklin được mô tả là một người phụ nữ vô lý, kín đáo, luôn thiếu hợp tác và khô khan một cách có chủ ý, đây là điều khiến ông đặc biệt khó chịu. Ông thừa nhận rằng bà "không phải là không hấp dẫn thậm chí là ngược lại nếu chú ý chút ít tới quần áo", song bà khiến tất cả mọi người đều thất vọng. Bà thậm chí còn không dùng son môi, Watson tỏ ra ngạc nhiên, cho rằng gu ăn mặc của bà là "biểu hiện cho tất cả những gì người ta có thể tưởng tượng về những nữ sinh gia giáo của nước Anh".[1]

---

[1] · Năm 1968, nhà xuất bản Đại học Harvard ngừng xuất bản cuốn sách này, sau khi Crick và Wilkins khiếu nại về cách tạo hình nhân vật mà Lisa Jardine gọi là gây tổn thương vô cớ. Những từ ngữ miêu tả được trích dẫn trên đây là ở ấn bản mà Watson đã điều chỉnh bớt các nhận xét của mình.

Tuy nhiên, bà có những hình ảnh đẹp nhất về sự tồn tại của cấu trúc ADN tiềm năng, nhờ kỹ thuật tinh thể học tia X do Linus Pauling hoàn thiện. Kỹ thuật này đã được sử dụng thành công để có hình ảnh nguyên tử trong các tinh thể (từ đó nó có tên gọi "tinh thể học"), nhưng các phân tử ADN là một đối tượng khó khăn hơn nhiều. Chỉ Franklin thành công trong việc thu được hình ảnh nhờ kỹ thuật này, song trước sự cau có kinh niên của Wilkins, bà từ chối chia sẻ các phát hiện của mình.

Nếu Franklin không nồng nhiệt với các phát hiện của chính mình, cũng thật khó mà đổ hết lỗi lầm cho bà. Các nhà khoa học nữ tại Đại học King vào thập niên 1950 bị đối xử với một thái độ khinh thị công khai, điều này có thể khiến những người nhạy cảm ngày nay (thực ra là bất cứ ai nhạy cảm) thấy bất ngờ. Dù có tài năng và chức vụ cao đến đâu, họ cũng không được phép vào phòng sinh hoạt chung của trường, và phải ăn uống tại một phòng đa dụng mà chính Watson phải thừa nhận là tồi tàn và dơ dáy. Hơn hết, bà luôn chịu áp lực – đôi lúc bị ép buộc – phải chia sẻ kết quả của mình với ba người đàn ông vốn hiếm khi tôn trọng bà. "Có lẽ chúng tôi đã luôn giữ một thái độ – có thể nói là trịch thượng với bà ấy," Crick nhớ lại. Hai trong số ba người đàn ông này đến từ một cơ sở đào tạo cạnh tranh với nơi bà làm việc, còn người thứ ba gần như công khai đứng về phía họ. Việc bà giữ kín những kết quả

của mình là điều dễ hiểu.

Việc Wilkins và Franklin không hòa hợp có vẻ đã bị Watson và Crick lợi dụng. Dù họ ngang nhiên xâm phạm lãnh địa của Wilkins, nhưng ông ngày càng đứng về phía họ – không có gì đáng ngạc nhiên vì Franklin bắt đầu hành xử theo một cách hết sức kỳ quặc. Dù các kết quả của bà cho thấy ADN chắc chắn có hình xoắn ốc, bà khăng khăng với mọi người là không phải vậy. Trước sự ngạc nhiên và bẽ bàng của Wilkins, vào mùa hè năm 1952, bà đăng một thông báo mang tính chế nhạo khắp khoa Vật lý của Đại học King rằng: "Vô cùng đau xót phải thông báo rằng, chuỗi xoắn ADN đã qua đời vào thứ Sáu ngày 18 tháng Bảy năm 1952… Mong tiến sĩ M. H. F. Wilkins phát biểu để tưởng nhớ chuỗi xoắn ADN quá cố."

Kết quả là vào tháng Một năm 1953, Wilkins đã trao các hình ảnh của Franklin cho Watson, trong khi bà không hề hay biết. Sẽ chưa đủ nếu chỉ gọi đó là sự trợ giúp lớn lao đối với Watson. Nhiều năm sau, Watson thừa nhận đây là "sự kiện quan trọng… đã thúc đẩy chúng tôi". Có được kiến thức về hình dạng cơ bản của phân tử ADN và một số yếu tố quan trọng về kích thước của nó, Watson và Crick đã phải nỗ lực gấp đôi. Mọi thứ giờ đây có lẽ đã đi đúng hướng. Pauling có lần định tham dự một cuộc hội thảo ở Anh, tại đó rất có thể ông sẽ gặp Wilkins và thay đổi được những quan niệm sai lầm đã khiến ông đi sai đường; song đây là thời kỳ của McCarthy, Pauling bị giữ lại ở sân bay Idlewild ở New York, hộ chiếu bị tịch thu với lý do tư tưởng của ông mang hướng cực tả nên không được phép xuất ngoại. Thật may mắn cho Crick và Watson: con trai của Pauling đang làm việc tại Cavendish và vô tình cho họ biết mọi tin tức về những thành công, thất bại của cha ở nhà.

Vẫn đối diện với nguy cơ bị qua mặt bất cứ lúc nào, Watson và Crick sốt sắng lao vào công việc. Họ đã biết rằng ADN có bốn thành tố hóa học – được gọi là adênin, guanin, xytôzin và timin – và chúng kết đôi theo những cách riêng biệt. Dùng các mảnh bìa cứng được cắt thành hình các phân tử, Watson và Crick đã tính được các mảnh tương hợp với nhau như thế nào. Từ đây, họ tạo ra một mô hình kiểu Meccano – có lẽ là mô hình nổi tiếng nhất trong khoa học hiện đại – bao gồm các đĩa kim loại bắt vít với nhau theo hình xoắn ốc. Sau đó, họ giới thiệu nó với Wilkins, Franklin cùng toàn thế giới. Mọi người lúc này thấy ngay rằng mình đã có đủ thông tin để giải quyết được vấn đề. Chắc chắn đây là một khám phá tuyệt vời cho dù có được những bức ảnh của Franklin thúc đẩy hay không.

Tạp chí *Nature* số ra ngày 25 tháng Tư năm 1953 đã đăng một bài báo dài 900 từ của Watson và Crick có nhan đề "Cấu trúc của axít đêôxyribôzơ nuclêic". Đi cùng với nó là các bài báo độc lập của Wilkins và Franklin. Đây là một thời điểm diễn ra nhiều sự kiện lớn trên thế giới – Edmund Hillary chuẩn bị chinh phục đỉnh Everest và Elizabeth II sắp trở thành Nữ hoàng – vì thế phát hiện về bí mật của sự sống không mấy được chú ý. Nó chỉ được đề cập ngắn gọn trên tờ *News Chronicle* và bị lờ đi ở mọi nơi khác.

Rosalind Franklin không thể chia sẻ giải Nobel. Năm 1958, bà qua đời vì ung thư buồng trứng ở tuổi 37, bốn năm trước khi giải thưởng vốn không truy tặng này được trao. Bệnh ung thư của bà là hậu quả không thể tránh khỏi sau nhiều năm tiếp xúc quá mức với tia X trong quá trình làm việc. Trong cuốn tiểu sử về bà được khen ngợi gần đây, Brenda Maddox nhận định rằng Franklin ít khi mặc tạp dề chì và thường đứng một cách bất cẩn trước các luồng tia. Oswald Avery cũng không bao giờ nhận được giải Nobel và bị hậu thế lãng quên, dù ông cũng hài lòng vì sống đủ lâu để thấy các phát hiện của mình được minh định. Ông qua đời năm 1955.

Phát hiện của Watson và Crick không thật sự được xác nhận cho đến tận thập kỷ 1980. Crick phát biểu trong một cuốn sách: "Phải mất gần 25 năm để mô hình ADN của chúng tôi đi từ chỗ hợp lý đến chỗ rất hợp lý… và từ đó trở nên hoàn toàn chính xác."

Dù vậy, với hiểu biết về cấu trúc ADN, các tiến bộ trong lĩnh vực di truyền diễn ra rất nhanh. Nhờ đó, năm 1968, tạp chí *Science* đã có thể đăng một bài viết nhan đề "Đó chính là sinh học phân tử", tuyên bố – dù nghe khó tin nhưng đúng là họ đã nói thế – rằng công việc của ngành khoa học di truyền sắp đi đến hồi kết.

Tất nhiên, mọi thứ chỉ mới bắt đầu. Cho đến nay, có rất nhiều điều về ADN mà chúng ta vẫn không hiểu gì. Chín mươi bảy phần trăm ADN của bạn chứa những đoạn cắt xén vô nghĩa – chúng được gọi là rác hay ADN không mã hóa theo thuật ngữ sinh hóa học. Chỉ đây đó trong chuỗi bạn mới thấy các phần kiểm soát và tổ chức các chức năng quan trọng. Chúng là các gen gây tò mò và cực kỳ khó nắm bắt.

Gen chỉ là các chỉ dẫn để tạo ra các prôtêin. Chúng làm điều này với độ chính xác đến nhàm chán. Giống như mỗi phím dương cầm sẽ chơi một nốt nhạc và không có gì khác, điều đó thật đơn điệu. Nhưng nếu kết hợp các gen, giống như kết hợp các phím đàn, bạn sẽ có vô số hợp âm và giai điệu. Khi xếp tất cả các gen lại với nhau, vẫn theo lối ẩn dụ trên, bạn sẽ có một bản giao hưởng tuyệt vời

mang tên bộ gen người.

Một cách khác dễ hiểu hơn để hình dung về bộ gen là xem nó như một cẩm nang của cơ thể. Nếu vậy, các nhiễm sắc thể có thể được xem là các chương sách và gen là các chỉ dẫn riêng lẻ để tạo ra các prôtêin. Ngôn ngữ dùng để viết các chỉ dẫn được gọi là mã di truyền và các ký tự là bazơ. Các bazơ – ký tự của bảng chữ cái di truyền – bao gồm bốn nuclêôtit được đề cập trên đây: adênin, guanin, xytôzin và timin. Dù quan trọng nhưng những chất này không có gì kỳ bí. Chẳng hạn guanin có đầy trong phân chim (guano), đây là lý do nó có tên như vậy.

Hình dạng của phân tử ADN, như bạn biết, khá giống một chiếc cầu thang hoặc thang dây xoắn: đó là chuỗi xoắn kép nổi tiếng. Phần dọc của cấu trúc được cấu tạo bởi một loại đường có tên gọi là đêôxiribôzơ và toàn bộ chuỗi xoắn là một axít nuclêic, từ đó có tên gọi axít đêôxyribônuclêic. Các nấc (hay bậc thang) được hình thành bởi hai bazơ sẽ nối liền chúng và chúng chỉ có thể kết hợp theo hai cách: guanin luôn bắt cặp với xytôzin còn timin với adênin. Thứ tự xuất hiện của các chữ này khi bạn lên hoặc xuống thang sẽ tạo ra mã ADN; việc giải mã nó là mục đích của Dự án bộ gen người.

Đến đây, sự đặc biệt của ADN nằm ở cách phân chia của nó. Khi đến thời điểm sản xuất ra một phân tử ADN mới, hai dải xoắn bên sẽ tách ra, giống như khóa kéo trên chiếc áo khoác, và mỗi nửa sẽ tách ra để tạo thành một phân tử mới. Bởi mỗi nuclêôtit chỉ có thể kết hợp với một nuclêôtit nhất định khác, nên mỗi dải sẽ trở thành khuôn mẫu để tạo ra một dải trùng khớp. Nếu có một dải ADN, bạn có thể dễ dàng tái tạo dải bên kia bằng cách tìm ra đối tác phù hợp cho nó: nếu nấc trên cùng của một dải được cấu tạo bởi guanin, khi đó bạn sẽ biết rằng nấc trên cùng của dải bên kia phải là xytôzin. Cứ tiếp tục như vậy với các nấc thang bên dưới, đi qua mọi cặp nuclêôtit, cuối cùng bạn sẽ có đoạn mã của một phân tử mới. Đây là những gì diễn ra trong tự nhiên, phải nhấn mạnh rằng tự nhiên thực hiện nó rất nhanh – trong khoảng thời gian tính bằng giây, thật sự là kỳ tích.

Trong đa số trường hợp, ADN của chúng ta sẽ nhân đôi với độ chính xác cao, nhưng đôi khi – với xác suất một phần triệu – một ký tự sẽ bị sai chỗ. Trường hợp này là đa hình đơn nuclêôtit [single nucleotide polymorphism], hay SNP, thường được các nhà sinh hóa học gọi là một "snip". Thông thường các snip sẽ bị chôn vùi trong những đoạn ADN không mã hóa và sẽ không gây ảnh hưởng gì tới cơ thể. Nhưng đôi khi chúng lại tạo ra sự khác biệt.

Chúng có thể khiến bạn dễ mắc một bệnh nào đó, nhưng đồng thời cũng có thể đem lại cho bạn những lợi thế nho nhỏ nhất định – chẳng hạn nhiều sắc tố bảo vệ hơn, hoặc gia tăng lượng hồng cầu trong máu đối với những người sống trên cao. Qua thời gian, những thay đổi nhỏ này tích lũy trong cả các cá nhân và cộng đồng, đóng góp vào sự khác biệt của cả hai.

Sự cân bằng giữa độ chính xác và sai sót trong quá trình nhân đôi là một điều tốt. Quá nhiều sai sót, cơ thể sẽ không thể hoạt động bình thường được, nhưng nếu quá ít, cơ thể sẽ mất khả năng thích nghi. Phải có một sự cân bằng tương tự giữa tính ổn định và đổi mới của một sinh vật. Sự gia tăng hồng cầu có thể giúp một người hoặc một nhóm người sống trên cao đi lại và thở dễ dàng hơn nhờ vận chuyển được nhiều ôxy hơn, nhưng cũng khiến máu đặc hơn. Có quá nhiều hồng cầu, máu sẽ giống như dầu máy bơm, như nhà nhân chủng học Charles Weitz từ Đại học Temple nói. Điều này hại cho tim. Vì thế, những người sinh ra để sống trên cao sẽ thở dễ dàng hơn, nhưng cũng đối diện với nguy cơ mắc bệnh tim cao hơn. Cơ chế chọn lọc tự nhiên của Darwin kiểm soát chúng ta nhờ chính cách này. Nó cũng lý giải tại sao chúng ta lại giống nhau đến vậy. Tiến hóa đơn giản là không để bạn trở nên quá khác biệt – dù thế nào cũng không thể trở thành một loài khác.

Sự khác biệt 0,1% giữa các gen của bạn và tôi chính là kết quả của các snip này. Giờ đây, nếu so sánh ADN của bạn với một người thứ ba, sự trùng khớp vẫn sẽ lên đến 99,9% nhưng các snip lại nằm ở vị trí khác. Càng thêm nhiều người vào phép so sánh, bạn càng có thêm các snip ở các vị trí khác nữa. Với mỗi bazơ trong số 3,2 tỷ bazơ, đâu đó trên hành tinh sẽ có một người hoặc một nhóm người có mã hóa khác tại vị trí đó. Vì thế không hề tồn tại một bộ gen người duy nhất. Chúng ta có 6 tỷ bộ gen, và chúng giống nhau đến 99,9%. Nhưng ngược lại, theo nhà sinh hóa học David Cox, "nếu nói tất cả mọi người không có điểm gì chung, điều đó cũng đúng."

Nhưng chúng ta vẫn phải lý giải tại sao chỉ một phần nhỏ ADN có mục đích rõ rệt. Có vẻ sẽ hơi khó hiểu, song đúng là mục đích của cuộc sống là kéo dài ADN vĩnh viễn. 97% ADN thường được gọi là rác có cấu tạo từ các nhóm ký tự mà theo lời Matt Ridley, "chúng tồn tại vì mục đích thuần túy là để được nhân đôi"[1]. Nói cách khác, đa số ADN của bạn được tạo ra không phải vì bạn mà vì chính nó: bạn là một cỗ máy phục vụ lợi ích của nó chứ không phải ngược lại. Hẳn bạn còn nhớ, sự sống đơn giản là mong muốn tồn tại, và ADN là nguyên nhân của điều này.

[1]· ADN rác vẫn có công dụng nhất định. Nó được sử dụng trong kỹ thuật nhận dạng ADN. Mục đích thực tiễn này được Alec Jeffreys, một nhà khoa học tại Đại học Leicester tình cờ phát hiện ra. Năm 1986, khi đang nghiên cứu các chuỗi ADN để tìm kiếm các dấu hiệu gen liên quan tới một số căn bệnh di truyền, ông được cảnh sát triệu tập và yêu cầu hỗ trợ xác định mối liên hệ giữa một kẻ tình nghi với hai vụ giết người. Ông nhận thấy kỹ thuật này có tác dụng hoàn hảo trong việc giải quyết các vụ án hình sự – và thực tế đã chứng minh điều này. Colin Pitchfork, một người thợ làm bánh, đã bị kết án tù chung thân vì gây ra các vụ giết người.

Ngay cả khi ADN chứa đựng các chỉ dẫn cho việc tạo ra gen – khi nó mã hóa cho chúng, theo lời các nhà khoa học – thì không phải lúc nào nó cũng phải đảm bảo sự hoạt động thông suốt của sinh vật. Một trong các gen phổ biến nhất mà chúng ta có là một prôtêin gọi là phiên mã ngược, nó không có bất cứ chức năng hữu ích nào đối với con người. Điều duy nhất nó làm là cho phép các retrovirus, chẳng hạn HIV, có thể lọt vào cơ thể người mà không bị phát hiện.

Nói cách khác, cơ thể con người tốn khá nhiều năng lượng để tạo ra một prôtêin vốn không đem lại lợi ích gì, thậm chí đôi khi còn phản lại chúng ta. Nhưng cơ thể không có lựa chọn mà phải tạo ra nó bởi các gen ra lệnh như vậy. Chúng ta là con tàu phó mặc vào tay lái của chúng. Nói chung, cho đến nay, chúng ta biết rằng gần một nửa số gen của người – tỷ lệ lớn nhất trong các loài sinh vật – không hề đóng vai trò gì ngoài việc tự nhân đôi. Mọi sinh vật xét trên khía cạnh nào đó đều là nô lệ của các gen. Đó là nguyên nhân cá hồi, nhện và một số loài sinh vật khác lại sẵn sàng chết trong quá trình ghép đôi. Mong muốn được sinh sản, được nhân rộng gen là thôi thúc mạnh nhất trong tự nhiên. Như Sherwin B. Nuland từng nói: "Các đế chế sụp đổ, các giống nòi bùng nổ, các bản giao hưởng lớn được viết ra, đứng đằng sau đó đều là bản năng duy nhất buộc phải thỏa mãn." Từ quan điểm tiến hóa, tình dục chỉ là một cơ chế tưởng thưởng khuyến khích chúng ta truyền lại vật chất di truyền.

Các nhà khoa học công bố thông tin gây ngạc nhiên là đa số ADN của chúng ta không có chức năng gì dù ngày càng có nhiều phát hiện được đưa ra. Đầu tiên ở Đức và sau đó là Thụy Sĩ, các nhà nghiên cứu tiến hành một số thí nghiệm kỳ lạ nhưng kết quả lại không lạ kỳ chút nào. Trong một thí nghiệm, họ mang gen quyết định sự phát triển của mắt chuột cấy vào ấu trùng của ruồi giấm. Họ cho rằng nó có thể tạo ra thứ gì đó lố bịch một cách kỳ thú. Sự thật là, gen mắt chuột không chỉ tạo ra một con mắt có thể tồn tại trên ruồi giấm, mà nó thật sự còn tạo ra một mắt ruồi. Đây là hai

sinh vật không có tổ tiên chung trong vòng 500 triệu năm, vậy mà chúng có thể hoán đổi vật chất di truyền như thể chúng là chị em.

Hiện tượng hoàn toàn tương tự đã diễn ra cho dù các nhà khoa học nhìn vào bất cứ đâu. Họ phát hiện rằng có thể đưa ADN của người vào một số tế bào nhất định trong cơ thể ruồi, và ruồi sẽ chấp nhận như thể đó là ADN của chúng. Hóa ra, hơn 60% gen của người về cơ bản giống với gen của ruồi giấm. Ít nhất 90% gen người giống với gen chuột ở một mức độ nào đó. (Chúng ta thậm chí có cùng gen để tạo ra đuôi, điều gì sẽ xảy ra nếu chúng được kích hoạt.) Từ lĩnh vực này đến lĩnh vực khác, các nhà khoa học nhận thấy dù họ đang nghiên cứu sinh vật nào – giun tròn hay con người – thì về cơ bản, họ cũng đang nghiên cứu các gen giống nhau. Sự sống dường như được hình thành từ một bản thiết kế duy nhất.

Những nghiên cứu sâu hơn cho thấy sự tồn tại của một nhóm gen kiểm soát chủ đạo, mỗi gen chi phối sự phát triển của một phần cơ thể, được gọi là các gen hox hay homêôtic (bắt nguồn từ tiếng Hy Lạp, có nghĩa là tương tự). Các gen hox là câu trả lời cho một vấn đề vốn từ lâu khiến người ta băn khoăn, đó là bằng cách nào hàng tỷ tế bào phôi đều phát triển từ một quả trứng được thụ tinh và mang các ADN giống nhau, hay bằng cách nào tế bào ấy biết được chúng sẽ đi đâu, làm gì – trở thành một tế bào gan, một tế bào thần kinh, một giọt máu hay một phần lấp lánh trên một sải cánh đang đập. Chính các gen hox đã chỉ thị chúng, và điều này diễn ra trên mọi sinh vật theo cách khá giống nhau. Điều thú vị là số vật chất di truyền và cách nó được tổ chức không nhất thiết phản ánh mức độ phức tạp của sinh vật chứa nó. Chúng ta có 46 nhiễm sắc thể, trong khi một số loài dương xỉ có trên 600. Cá phổi, một trong những sinh vật kém tiến hóa nhất, có số ADN nhiều hơn con người gấp 40 lần. Ngay cả loài sa giông thông thường cũng giàu có gấp năm lần chúng ta về mặt vật chất di truyền.

Rõ ràng số gen bạn có không phải là vấn đề, vấn đề là bạn làm gì với chúng. Đó là một tin tốt. Cũng là một tin tốt khi bạn biết rằng, dù số gen của người đã khiến người ta quá bất ngờ. Mãi đến gần đây, người ta vẫn nghĩ rằng con người ít nhất phải sở hữu 100.000 gen hoặc hơn thế rất nhiều, song con số đã giảm xuống đáng kể sau những kết quả đầu tiên của Dự án bộ gen người; con số được đưa ra là từ 35.000 tới 40.000 – gần bằng số gen của cỏ dại. Kết quả này gây ra cả sự ngạc nhiên lẫn thất vọng.

Bạn hẳn đã biết rằng gen thường được gắn với một cơ số bệnh tật

ở người. Các nhà khoa học đã nhiều lần hoan hỉ tuyên bố họ đã tìm thấy các gen gây béo phì, tâm thần phân liệt, đồng tính, tội phạm, bạo lực, nghiện rượu, thậm chí cả ăn cắp vặt và vô gia cư. Có lẽ đỉnh cao (hoặc đáy) của niềm tin vào thuyết quyết định luận sinh học là một nghiên cứu đăng trên tạp chí *Science* vào năm 1980 kết luận rằng phụ nữ về mặt di truyền có trí thông minh toán học kém hơn đàn ông. Thực tế, ngày nay chúng ta đã biết, hầu như không có gì thuộc về con người lại có thể lý giải đơn giản dễ dàng như vậy.

Theo một cách nào đó, đây rõ ràng là một điều đáng tiếc, vì nếu quả là bạn có những gen riêng biệt quyết định chiều cao hay xu hướng mắc chứng tiểu đường, hói đầu hay bất cứ dấu hiệu khác biệt nào, bạn sẽ dễ dàng – dù sao cũng tương đối dễ dàng – phân lập và sửa chữa chúng. Thế nhưng 35.000 gen hoạt động độc lập vẫn chưa thể sản xuất ra một loại phức hợp vật lý để tạo ra một con người hoàn hảo. Một vài chứng rối loạn – chẳng hạn máu khó đông, bệnh Parkinson, bệnh Huntington và u nang – bắt nguồn từ các gen độc lập bị rối loạn chức năng. Song theo quy luật, các gen gây rối sẽ bị loại bỏ thông qua chọn lọc tự nhiên rất lâu trước khi chúng có thể gây phiền toái dài hạn cho một loài hoặc cộng đồng. Đa phần số phận và sự thanh thản của chúng ta – đến cả màu mắt – không hề được quyết định bởi các gen độc lập, mà bởi các tổ hợp gen liên minh hoạt động. Vì thế chúng ta rất khó xác định mỗi gen có chức năng gì và chưa thể tạo ra những đứa trẻ theo ý muốn.

Thật ra, trong những năm gần đây khi chúng ta càng hiểu biết nhiều, thì vấn đề dường như càng trở nên phức tạp. Hóa ra, ngay cả suy nghĩ cũng ảnh hưởng tới sự vận hành của các gen. Chẳng hạn tốc độ mọc râu của một người đàn ông phụ thuộc một phần vào mức độ anh ta nghĩ về tình dục (vì nghĩ về tình dục làm gia tăng lượng testosterone). Đầu thập kỷ 1990, các nhà khoa học còn có một khám phá sâu hơn khi phát hiện rằng việc bỏ một vài gen quan trọng từ chuột phôi thông thường không ảnh hưởng tới việc chúng được sinh ra khỏe mạnh, mà đôi khi còn làm chúng trở nên có ưu thế hơn các anh chị em không bị tác động vào gen của chúng. Hóa ra, khi một số gen quan trọng bị hủy, các gen khác sẽ lấp chỗ trống. Đây là một tin tuyệt vời cho con người – nhưng không phải vì nó giúp chúng ta hiểu biết rõ hơn cơ chế hoạt động của tế bào, trái lại chỉ khiến vấn đề mà chúng ta vốn đang dò dẫm tìm hiểu càng phức tạp.

Ý nghĩa chủ yếu của những hiện tượng phức tạp này là chỉ rõ một sự thật rằng giải mã bộ gen người chỉ là bước khởi đầu. Eric Lander đến từ MIT đã nhận định, bộ gen chỉ là một bảng kê các bộ

phận của cơ thể người: nó cho chúng ta biết chúng ta được cấu tạo như thế nào song hoàn toàn không tiết lộ về cơ chế hoạt động. Điều chúng ta cần hiện nay là một bản chỉ dẫn vận hành – các chỉ thị để nó hoạt động. Chúng ta vẫn chưa tới gần với nó.

Vì thế vấn đề đặt ra hiện nay là giải mã hệ prôtêin ở người – một khái niệm mới đến mức chỉ mới xuất hiện một thập kỷ trước. Hệ prôtêin là thư viện thông tin tạo ra prôtêin. "Điều không may là," tạp chí *Scientific American* nhận định vào đầu năm 2002, "hệ prôtêin phức tạp hơn bộ gen rất nhiều."

Đó đã là một cách nói giảm. Các prôtêin, có thể bạn còn nhớ, là bộ máy chính của mọi cơ thể sống; có đến 100 triệu prôtêin đang miệt mài hoạt động trong mỗi tế bào tại bất kỳ thời điểm nào. Hệ thống này quá đồ sộ để có thể tìm hiểu rõ. Tệ hơn nữa, hoạt động và chức năng của các prôtêin không chỉ dựa trên đặc tính hóa học giống như gen, mà còn phụ thuộc vào hình dáng. Để hoạt động được, một prôtêin không chỉ cần các thành phần hóa học được lắp ghép thích hợp mà còn cần được xếp thành một hình cực kỳ đặc trưng. Xếp là thuật ngữ dễ gây nhầm lẫn vì gợi ra một sự ngăn nắp về mặt hình học vốn không có trong thực tế. Các prôtêin cuộn và uốn khúc tạo thành những hình dáng vừa phi lý vừa phức tạp. Chúng giống những chiếc móc áo bị vặn méo mó hơn là những chiếc khăn mặt được gập ngay ngắn.

Hơn nữa, các prôtêin là những kẻ nhạy bén trong thế giới sinh học. Tùy vào hoàn cảnh trao đổi chất, chúng sẽ chọn bị phốtphorin hóa, glycôzin hóa, axetin hóa, ubiquitin hóa, sunfat hóa, farneysyl hóa và gắn với các glycophosphatidylinositol, cùng nhiều hoạt động khác. Thường sẽ cần rất ít công sức để kích hoạt chúng. Hãy uống một ly rượu vang như tạp chí *Scientific American* gợi ý, khi đó về tổng thể bạn đã làm thay đổi số lượng và loại prôtêin trong cơ thể. Điều này có thể làm người uống rượu vui, nhưng không mấy hữu ích với các nhà di truyền học đang cố gắng cắt nghĩa mọi chuyện.

Tất cả dường như bắt đầu trở nên cực kỳ phức tạp, và trong một số trường hợp, nó thật sự vô cùng phức tạp. Mặc dù vậy, cũng có một sự đơn giản bên dưới những điều này nhờ vào sự thống nhất nội tại cơ bản mà theo đó sự sống vận hành. Đó là tất cả những quá trình hóa học nhỏ bé, tinh tế mà các tế bào sống động – các nỗ lực hợp tác của các nuclêôtit, sự phiên mã của ADN sang ARN – chỉ tiến hóa một lần và đã giữ khá ổn định kể từ đó trên khắp tự nhiên. Theo nhà di truyền học quá cố người Pháp, Jacques Monod: "Những gì đúng với khuẩn E. coli cũng đúng với voi, trừ rất nhiều

khác biệt." Đây không hẳn là một câu nói đùa.

Mỗi sinh vật là một sự phát triển từ một bản chỉ dẫn ban đầu duy nhất. Con người chỉ đơn giản là các tiến bộ: mỗi chúng ta là một kho lưu trữ những điều chỉnh, thích nghi, thay đổi và chắp vá suốt 3,8 tỷ năm qua. Đáng chú ý là chúng ta khá gần gũi với rau và hoa quả. Khoảng một nửa quá trình hóa học diễn ra trong quả chuối về cơ bản cũng diễn ra trong cơ thể bạn.

Người ta không nói câu này quá thường xuyên: tất cả sự sống đều giống nhau. Đây đang và có lẽ sẽ mãi là phát ngôn đúng đắn sâu sắc nhất.

PHẦN VI
CON ĐƯỜNG DẪN TỚI CHÚNG TA

Tiến hóa từ dã nhân! Bạn thân mến, hãy hy vọng rằng không phải vậy, nhưng nếu sự thật là như vậy thì hãy cầu nguyện rằng điều đó không được biết đến một cách rộng rãi.

Lời nhận xét được cho là của phu nhân Giám mục Worcester sau khi bà được nghe giảng về thuyết tiến hóa của Darwin

27
Kỷ băng hà

Tôi có một giấc mơ, mà không hoàn toàn là mơ.

Mặt trời đã tắt, và các vì sao Lang thang…

Byron, Bóng tối

Năm 1815, trên đảo Sumbawa của Indonesia, ngọn núi lửa Tambora đang yên bình bỗng lại phun trào. Thảm họa này giết chết hàng trăm nghìn người xấu số và ngay sau đó kéo theo những đợt sóng thần dữ dội. Không có ai đang sống ngày nay từng chứng kiến một điều kinh hoàng tương tự. Đó là vụ phun

trào lớn nhất vòng trong 10.000 năm, lớn gấp 150 lần vụ phun trào của núi lửa St Helens và tương đương với 60.000 quả bom nguyên tử cỡ từng ném xuống thành phố Hiroshima.

Thời đó, thông tin không lan truyền nhanh như bây giờ. Phải đến bảy tháng sau, tờ *Times* mới cho đăng một câu chuyện nhỏ từ lá thư của một thương nhân về thảm họa này. Nhưng đến lúc đó thì ảnh hưởng của nó đã quá rõ ràng. 240km3 tro bụi phủ kín bầu khí quyển, khiến mặt trời không thể chiếu sáng và làm Trái Đất lạnh hơn. Hoàng hôn trở nên sậm màu một cách khác thường, cảnh tượng này đã được họa sĩ nổi tiếng J. M. W Turner vẽ lại trong nhiều bức tranh hoàng hôn với các gam màu tối sẫm u ám. Sự tối tăm chết chóc cũng là cảm hứng để Byron viết nên những dòng thơ được trích dẫn phía trên.

Năm sau đó, mùa xuân không bao giờ đến và mùa hè cũng rất lạnh: 1816 được gọi là năm không có mùa hè. Mùa màng thất bát khắp nơi. Tại Iceland, nạn đói và thương hàn đã cướp đi mạng sống của 65.000 người. Người dân New England gọi năm 1816 là năm "Đóng băng tới chết". Sương giá kéo dài đến tận tháng 6 khiến hạt giống không thể nảy mầm, gia súc chết vì thiếu cỏ hoặc bị giết mổ sớm. Đó là năm kinh hoàng tồi tệ nhất trong lịch sử nông nghiệp hiện đại. Tuy nhiên, nhiệt độ trung bình toàn cầu chỉ giảm chưa đến 1°C nhờ cơ chế bình ổn nhiệt tự nhiên của Trái Đất, thật là một công cụ tuyệt vời.

Thế kỷ XIX dù sao cũng đã đủ lạnh giá. Trong 200 năm, châu Âu và Bắc Mỹ trải qua một kỷ băng hà nhỏ, nhờ đó người ta tổ chức được các sự kiện mùa đông hiếm hoi như hội chợ sương giá trên sông Thames hoặc đua trượt băng trên các kênh rạch ở Hà Lan. Vào thời điểm đó, hiện tượng đóng băng luôn có trong tâm trí mọi người. Vì vậy, ta có thể thứ lỗi cho các nhà địa chất thế kỷ XIX đã chậm trễ không nhận ra rằng thế giới họ đang sống ấm hơn các kỷ nguyên trước đó rất nhiều, và phần lớn đất xung quanh họ được tạo ra bởi những sông băng vỡ vụn và cái lạnh có thể tàn phá cả một hội chợ sương giá.

Họ biết trong quá khứ có gì đó rất lạ. Khắp châu Âu từng có những quang cảnh dị thường – xương của tuần lộc Bắc Cực xuất hiện tại miền nam ấm áp của nước Pháp, những tảng đá khổng lồ kẹt trên sườn núi đá vôi. Để giải thích điều này, người ta thường chỉ đưa ra những nhận định sáng tạo thiếu cơ sở. Nhà tự nhiên học người Pháp, de Luc, khi cố gắng tìm ra nguyên nhân tại sao những tảng đá granit lại xuất hiện trên sườn núi đá vôi của dãy Jura, cho rằng chúng có thể đã bị bắn bởi khí nén trong hang động, giống như trò

chơi nút chai của trẻ con. Những tảng đá đặt nhầm chỗ như vậy còn được gọi là Đá tảng lang thang vì chúng rất bất ổn. Thực tế thì vào thế kỷ XIX, chính các lý thuyết mới bất ổn.

Nhà địa chất người Anh, Arthur Hallam, cho rằng nếu như James Hutton, cha đẻ của ngành địa chất thế kỷ XVIII, đến Thụy Sĩ, chắc hẳn ông sẽ thấy ngay dấu vết của những tảng băng đã đi qua vô số những thung lũng bị chia cắt, những rãnh đá được mài bóng, những bờ đất sụt. Thật không may, Hutton lại không thích du lịch. Nhưng dù chỉ qua những mô tả gián tiếp, Hutton cũng thẳng thừng từ chối quan điểm cho rằng các tảng đá đã được mang 1.000m lên sườn núi bằng các đợt lũ lụt – ông cho rằng tất cả nước trên thế giới cũng không đủ sức làm như vậy, ông trở thành một trong những người đầu tiên nghĩ đến sự đóng băng trên diện rộng. Tư tưởng này của ông không được chú ý, và đến nửa thế kỷ sau các nhà tự nhiên học vẫn tin rằng những khe rãnh trên nền đá là dấu vết của xe ngựa hoặc thậm chí là đinh trên giày bốt.

Chính nông dân địa phương, những người không biết đến khoa học chính thống, lại biết nhiều hơn. Nhà tự nhiên học Jean de Charpentier kể lại, vào năm 1834 khi ông hỏi chuyện một tiều phu người Thụy Sĩ về những tảng đá ven đường, người này thản nhiên nói rằng những tảng đá đến từ Grimsel, một vùng đá granit cách đó rất xa, và rằng chính các sông băng Grimsel đã đưa chúng lên cả hai phía của thung lũng, trong quá khứ sông băng còn trải dài đến tận thị trấn Bern.

Charpentier rất vui mừng vì chính ông cũng nghĩ như vậy. Nhưng khi ông nêu ra giả thiết này tại một cuộc họp khoa học, nó lập tức bị bác bỏ. Nhưng một trong những người bạn thân nhất của Charpentier, Loius Agassiz, cũng là một nhà tự nhiên học người Thụy Sĩ, sau nhiều hoài nghi đã bắt đầu tán đồng quan điểm này.

Agassiz được dìu dắt bởi Cuvier, nhà tự nhiên học danh tiếng nhất châu Âu, và sau khi Cuvier qua đời, ông là giáo sư Lịch sử Tự nhiên tại trường Neuchâtel, Thụy Sĩ. Một người bạn khác của Agassiz, nhà thực vật học Karl Schimper, người đầu tiên đưa ra thuật ngữ "kỷ băng hà" (trong tiếng Đức là Eiszeit) vào năm 1837 cùng những bằng chứng cho thấy trong quá khứ, băng không chỉ phủ kín dãy Alps của Thụy Sĩ, mà còn trải dài qua nhiều nước châu Âu, châu Á và Bắc Mỹ. Ông đã cho Agassiz xem những ghi chép, để rồi sau đó phải hối tiếc khi Agassiz ngày càng nổi danh nhờ lý thuyết mà Schimper cho rằng chính là của mình. Charpentier sau đó cũng trở thành kẻ thù không đội trời chung với người bạn cũ vì lý do tương tự. Alexander von Humboldt chắc

hẳn đã nghĩ đến trường hợp của Agassiz khi ông nhận xét rằng có ba giai đoạn trong một khám phá khoa học: Đầu tiên, người ta phủ nhận nó là sự thật. Sau đó, người ta phủ nhận nó quan trọng. Cuối cùng, người ta tung hô nhầm người.

Nhưng dù thế nào thì không ai có thể phủ nhận đóng góp của Agassiz. Để tìm hiểu động lực học của sông băng, ông đã đi khắp nơi – từ những khe đá nguy hiểm hay lên đến đỉnh của những ngọn núi Alps lởm chởm nhất, nơi chưa ai từng dám đặt chân đến. Đi đến đâu ông cũng vấp phải sự ngờ vực về lý thuyết của mình. Humboldt đã đề nghị ông quay lại với chuyên môn về cá hóa thạch và từ bỏ đam mê với băng đá, nhưng Agassiz là một người đàn ông kiên định.

Nước Anh thậm chí cũng không ủng hộ học thuyết của Agassiz, nơi đây hầu hết các nhà tự nhiên học chưa từng nhìn thấy sông băng, và tất nhiên không thể tưởng tượng nổi những tảng băng khổng lồ sẽ có lực nghiền lớn như thế nào. Roderick Murchison từng mỉa mai trong một cuộc họp: “Liệu băng có đủ sức làm xước hoặc mài bóng các tảng đá hay không?” Đến tận những năm cuối đời, ông vẫn bày tỏ rõ sự nghi ngờ với các nhà địa chất cuồng băng, và phủ nhận rằng sông băng đóng vai trò quan trọng trong lịch sử của Trái Đất. William Hopkins, một giáo sư của Đại học Cambridge, thành viên đứng đầu Hiệp hội địa chất, cũng có chung quan điểm. Ông cho rằng việc băng có thể di dời những tảng đá là một quan điểm vô nghĩa lý và quá máy móc, không đáng khiến giới khoa học quan tâm.

Không nản lòng, Agassiz vẫn miệt mài tìm đường cho lý thuyết của mình. Năm 1840, khi ông trình bày một bài báo tại Hiệp hội vì sự Tiến bộ Khoa học Anh tại Glasgow, ông bị nhà địa chất vĩ đại Charles Lyell công khai chỉ trích. Năm tiếp theo Hiệp hội Địa chất Endinburgh thông qua một nghị quyết cho rằng lý thuyết của Agassiz có thể có những giá trị nhất định, nhưng hoàn toàn không phải ở Scotland.

Charles Lyell cuối cùng đã nghĩ lại khi chính ông phát hiện một băng tích gần quê mình ở Scotland, nơi ông đã đi qua hàng trăm lần và chỉ có thể hiểu được nếu chấp nhận từng có một sông băng ở đó. Nhưng vì đã cải đạo, Lyell không còn tỉnh táo và bị lung lay trước quan điểm của số đông về kỷ Băng hà. Đó là quãng thời gian khó khăn đối với Agassiz. Hôn nhân của ông đổ bể, người bạn cũ Schimper ráo riết cáo buộc ông ăn cắp học thuyết của mình, Charpentier thì tuyệt giao, còn nhà địa chất vĩ đại nhất đang sống là Lyell thì chỉ trao cho ông một sự ủng hộ lãnh đạm và do dự.

Năm 1846, Agassiz đến Mỹ, chính tại đây ông có được sự tôn kính mà ông hằng khao khát. Đại học Harvard phong hàm giáo sư và xây dựng cho ông cả một bảo tàng cao cấp, Bảo tàng Động vật học So sánh. Sự đãi ngộ này khiến ông quyết định ở lại New England, nơi những mùa đông dài làm người ta cảm thông cho học thuyết về giai đoạn băng hà vô tận. Sáu năm sau, ông nhận được tin vui. Một đoàn thám hiểm khoa học đến Greenland đã báo cáo rằng gần một nửa lục địa đó vẫn chìm trong băng đúng như học thuyết của Agassiz. Cuối cùng, thuyết băng hà của ông bắt đầu sáng tỏ, nhưng khiếm khuyết lớn nhất vẫn là câu hỏi về nguyên nhân của kỷ băng hà. Lời đáp đến từ một nơi thật khó tin.

Những năm 1860, các tạp chí khoa học ở Anh bắt đầu nhận được những bài báo về thủy tĩnh, điện và những chủ đề khác từ tác giả James Croll ở Đại học Anderson, Glasgow. Trong một bài báo xuất bản trên tờ *Philosophical Magazine* năm 1864, ông cho rằng sự biến đổi của quỹ đạo Trái Đất đã góp phần tạo ra kỷ băng hà. Bài báo nhanh chóng gây được tiếng vang lớn và mọi người đều vô cùng bối rối khi biết tác giả thực ra không phải là một học giả ở đại học Anderson, mà chỉ là một người gác cổng.

Sinh năm 1821, Croll lớn lên trong nghèo túng và phải thôi học khi mới 13 tuổi. Ông đã làm rất nhiều nghề, từ thợ mộc, bán bảo hiểm đến bảo vệ khách sạn trước khi trở thành người gác cổng ở Đại học Anderson (nay là Đại học Strathclyde) ở Glasgow. Bằng cách nhờ anh trai mình trực gác, ông có thể dành các buổi tối trong thư viện trường, tự học vật lý, cơ học, thiên văn học, thủy tĩnh và các ngành khoa học thức thời khác. Dần dần, ông đã có thể viết một loạt bài báo, chủ yếu là về chuyển động của Trái Đất và những ảnh hưởng đến khí hậu.

Croll là người đầu tiên đề xuất rằng những thay đổi mang tính chu kì trong hình dạng quỹ đạo Trái Đất, từ hình elip (nói một cách dễ hiểu là hình bầu dục) đến hình tròn rồi lại thành hình elip, có thể giải thích cho sự khởi phát và rút lui của kỷ băng hà. Chưa ai từng nghĩ đến một lời giải thích từ góc độ thiên văn cho những thay đổi khí hậu của Trái Đất. Chính nhờ học thuyết đầy thuyết phục của Croll, người Anh đã dần chấp nhận rằng trong quá khứ, có một bộ phận Trái Đất chìm trong băng giá. Khi tài năng và sự tận tụy được công nhận, Croll được vào làm việc ở Ban Khảo sát Địa chất Scotland, sau đó, ông là thành viên Hội Hoàng gia London và Học viện Khoa học New York, ông còn nhận được bằng danh dự từ Đại học St Andrews, cùng nhiều danh hiệu khác.

Không may, ngay khi lý thuyết của Agassiz bắt đầu tìm được chỗ

đứng ở châu Âu, ông lại đang bận rộn đưa nó vào một nơi còn xa xôi hơn châu Mỹ. Ông bắt đầu tìm thấy dấu vết của sông băng ở khắp mọi nơi, kể cả khu vực xích đạo. Cuối cùng, ông tin rằng băng đã từng bao phủ khắp nơi trên Trái Đất, dập tắt toàn bộ sự sống và sau đó Chúa đã phải tái sinh tất cả. Không có bằng chứng nào ủng hộ cho quan điểm này. Tuy nhiên, tại đất nước đã cưu mang ông, danh tiếng của Agassiz ngày càng lớn dần và tầm vóc trở nên vĩ đại. Khi ông qua đời vào năm 1873, Harvard thậm chí đã phải bổ nhiệm đến ba giáo sư để đảm nhiệm vị trí của ông.

Tuy nhiên, như vẫn thường xảy ra, các lý thuyết của ông nhanh chóng trở nên lỗi thời. Chưa đến một thập kỷ sau khi ông qua đời, những người kế nhiệm ông ở Harvard cho rằng "cái gọi là thời kỳ băng hà… rất phổ biến vài năm trước có thể bị bác bỏ thẳng thừng trong giới băng địa chất ngày nay."

Một phần của vấn đề là bởi các tính toán của Croll chỉ ra thời kỳ băng hà gần đây nhất là khoảng 80.000 năm trước, trong khi các bằng chứng địa chất lại cho thấy xáo trộn cực lớn trong giai đoạn gần hơn rất nhiều. Nếu không có một lời giải thích thỏa đáng cho nguyên nhân của kỷ Băng hà, toàn bộ lý thuyết sẽ trở nên vô giá trị. Nó sẽ vẫn ở chỗ đó nếu không có một học giả người Serbia là Milutin Milankovitch, vốn không biết gì về chuyển động thiên thạch – từng được đào tạo làm thợ cơ khí – nhưng đến đầu những năm 1900 đột nhiên yêu thích nghiên cứu địa chất. Milankovitch nhận thấy vấn đề với lý thuyết của Croll không phải là nó không đúng, mà là nó quá đơn giản.

Hình dạng quỹ đạo, góc hướng tới mặt trời – độ nghiêng, độ cao và độ rung – tất cả đều ảnh hưởng đến thời gian và cường độ ánh sáng trên bất cứ phần nào của Trái Đất. Như vậy, ba nhân tố cụ thể là độ nghiêng trục, tuế sai và độ lệch tâm sẽ ảnh hưởng lâu dài lên khí hậu của Trái Đất. Milankovitch muốn tìm mối liên hệ giữa những chu kỳ phức tạp đó với sự xuất hiện và chấm dứt của kỷ Băng hà. Cái khó ở đây là những chu kỳ đó có độ dài lần lượt là 20.000, 40.000 và 100.000 năm – song độ xê dịch có thể lên đến vài nghìn năm, nghĩa là để xác định điểm giao nhau trong một khoảng thời gian dài đòi hỏi các phép tính vô cùng tỉ mỉ. Về cơ bản, Milankovitch phải tính góc và thời gian của bức xạ mặt trời tới mọi vĩ độ trên Trái Đất, vào mọi mùa, trong một triệu năm, điều chỉnh với ba biến số trên.

Thật may mắn, đây lại chính là loại công việc cực nhọc phù hợp với tính khí của Milankovitch. Trong suốt 20 năm tiếp theo, ông miệt mài dành các ngày nghỉ cho những bảng chu kỳ phức tạp

bên bút chì và thước – công việc này ngày nay có thể hoàn thành trong vài ngày với máy tính. Tuy nhiên, khi Thế chiến I nổ ra, Milankovitch bị buộc phải làm quân dự bị trong quân đội Serbia. Ông lại gặp may vì trong bốn năm tiếp theo sống dưới sự quản thúc lỏng lẻo ở Budapest, ông chỉ cần báo cáo với cảnh sát mỗi tuần một lần. Thời gian còn lại ông ở thư viện Hàn lâm Khoa học Hungary. Có lẽ Milankovitch chính là tù nhân chiến tranh hạnh phúc nhất trong lịch sử.

Kết quả là cuốn *Mathematical Climatology and the Astronomical Theory of Climatic Changes* [tạm dịch: *Toán học Khí hậu và Lý thuyết thiên văn trong Thay đổi khí hậu*] ra đời vào năm 1930. Ông đã đúng khi cho rằng có một sự liên quan giữa thời kỳ băng hà và sự dao động của Trái Đất dù, cũng như mọi người, ông cho rằng chính sự gia tăng dần mức độ khắc nghiệt của mùa đông đã dẫn tới những quãng thời gian băng giá này. Người tìm ra câu trả lời đúng là nhà khí tượng học người Nga gốc Đức, Wladimir Köppen, cha vợ của Alfred Wegener. Ông nhận thấy quá trình thực tế lại tinh vi và gây khó hiểu hơn nhiều.

Köppen cho rằng, nguyên nhân của kỷ Băng hà chính là những mùa hè mát mẻ chứ không phải mùa đông lạnh giá. Vì nếu nhiệt độ mùa hè không cao, băng sẽ không thể tan ở một số vùng nhất định, ánh sáng mặt trời sẽ bị dội ngược và gia tăng hiệu ứng làm lạnh, thậm chí làm tuyết rơi ở nhiều hơn. Đây là cơ chế tự duy trì, khi tuyết tích tụ, cả vùng xung quanh cũng sẽ trở nên lạnh hơn và khiến tuyết rơi càng dày. Nhà băng học Gwen Schultz đã nhận xét: "Bản thân *lượng* tuyết không tạo ra các tảng băng, nhưng vấn đề là tuyết luôn tồn tại lâu." Băng có thể được tạo ra vào một mùa hè trái mùa, khi lượng tuyết còn sót lại phản xạ nhiệt và tăng hiệu ứng làm lạnh. "Quá trình tạo băng này tự mở rộng không ngừng và khi băng đủ lớn, chúng bắt đầu di chuyển," McPhee nói. Đó chính là cách mà các sông băng của kỷ băng hà được tạo ra.

Vào những năm 1950, với kỹ thuật xác định niên đại còn thô sơ, các nhà khoa học vẫn chưa thể tìm ra mối tương quan giữa chu kỳ Milankovitch và thời gian của kỷ Băng hà, vì vậy những tính toán của Milankovitch mờ nhạt dần. Ông mất vào năm 1958 khi chưa hoàn toàn chứng minh được lý thuyết của mình. Vào thời điểm đó, theo lời một nhà sử học, "các nhà địa chất hay khí tượng học đều chỉ xem những mô hình đó là một sự hiếu kỳ cố hữu." Mãi đến những năm 1970, phương pháp dùng kali-argon để xác định trầm tích dưới đáy biển mới làm sáng tỏ được lý thuyết của ông.

Chỉ riêng chu kỳ Milankovitch thì chưa đủ để giải thích chu kỳ của

kỷ Băng hà. Còn rất nhiều yếu tố khác nữa buộc phải tính đến, ví dụ như sự bố trí các lục địa, đặc biệt là các vùng cực. Người ta cho rằng nếu bạn dịch Bắc Mỹ, lục địa Á-Âu và Greenland khoảng 500km về phía bắc thì kỷ Băng hà sẽ tồn tại vĩnh viễn. Chúng ta thực sự rất may mắn khi có được thời tiết tốt đẹp. Trong mỗi kỷ Băng hà sẽ có một thời kỳ êm dịu gọi là giai đoạn giãn băng, chính là giai đoạn chúng ta đang sống. Toàn bộ lịch sử loài người – phát triển về nông nghiệp, hình thành các thị trấn, sự phát triển của toán học, chữ viết và khoa học – tất cả đều cần đến thời tiết thuận lợi này. Những giai đoạn giãn băng trước đây kéo dài khoảng 8.000 năm, còn giai đoạn mà ta đang sống đã kéo dài được 10.000 năm.

Như vậy, loài người thực sự vẫn đang sống trong kỷBăng hà. Tại cao điểm của kỷ Băng hà cuối cùng, khoảng 20.000 năm trước, 30% sự sống trên Trái Đất nằm dưới các lớp băng. Ngày nay, con số này là 10%. (14% khác ở trong tình trạng đóng băng vĩnh viễn.) Ba phần tư lượng nước ngọt trên Trái Đất được giữ trong các khối băng, và hiện nay chúng ta vẫn có băng ở hai cực – đây là tình trạng hy hữu trong lịch sử Trái Đất. Chúng ta nghĩ rằng việc tuyết rơi nhiều và sông băng tồn tại vĩnh viễn ở những vùng ôn đới như New Zealand là bình thường. Trên thực tế, nó hoàn toàn trái với tự nhiên.

Loại hình khí hậu phổ biến trên Trái Đất là nóng và không có băng dài hạn ở bất cứ nơi nào. Kỷ Băng hà hiện tại đã bắt đầu cách đây 40.000 năm, chuyển dần từ quãng thời gian rất tồi tệ sang giai đoạn không tệ chút nào. Chúng ta may mắn sống trong giai đoạn thứ hai. Các kỷ Băng hà đều có xu hướng xóa sạch mọi dấu vết trước đó, vì vậy nếu bạn quay lại quá khứ càng xa thì bạn càng có ít hình dung về các kỷ Băng hà. Tuy nhiên, các nhà khoa học ước tính ít nhất chúng ta đã có 17 giai đoạn băng hà trong khoảng 2,5 triệu năm qua – khoảng thời gian trùng với sự xuất hiện của loài *người đứng thẳng* ở châu Phi và sau đó là con người hiện đại. Hai nguyên nhân thường được nhắc đến về thời kỳ băng hà đương thời là sự nâng cao của dãy Himalaya và sự hình thành eo đất Panama, lần lượt làm cho các luồng không khí và các dòng hải lưu bị phá vỡ. Ấn Độ, nơi từng là một hòn đảo, đã đẩy dần 2.000km đất vào châu Á trong suốt 45 triệu năm qua, làm dâng lên không chỉ dãy Himalaya mà cả những cao nguyên Tây Tạng rộng lớn đằng sau nó. Các vùng này không chỉ trở nên lạnh hơn mà còn làm đổi hướng gió về phía bắc, chính xác hơn là vùng Bắc Mỹ, gây ra những đợt lạnh kéo dài. Sau đó, khoảng 5 triệu năm trước, eo đất Panama trồi lên từ đáy biển, thu hẹp khoảng cách giữa Bắc và Nam Mỹ, làm gián đoạn những dòng biển nóng giữa Thái Bình

Dương và Đại Tây Dương, khiến biểu đồ lượng mưa tại ít nhất một nửa thế giới thay đổi. Một hậu quả lập tức là châu Phi trở nên khô cằn, khiến cho loài dã nhân phải rời những cành cây và đi tìm nguồn sống trên những thảo nguyên mới trồi lên.

Trên tất cả những điều đó, với cấu tạo hiện tại của các đại dương và lục địa, có vẻ như kỷ Băng hà sẽ còn dài. Theo John McPhee, khoảng 50 giai đoạn băng hà nữa sẽ xuất hiện, mỗi giai đoạn có thể kéo dài khoảng 100.000 năm, trước khi chúng ta có thể hy vọng băng tan.

50 triệu năm trước, Trái Đất hầu như không có những giai đoạn băng hà, nhưng nếu có thì sẽ rất khắc nghiệt. Một kỷ Băng hà lớn xảy ra khoảng 2,2 tỷ năm trước, sau đó là khí hậu ấm áp trong hàng tỷ năm. Mùa băng hà tiếp theo còn lớn hơn, đến nỗi ngày nay, các nhà khoa học gọi nó với tên Kỷ Cryogen hoặc kỷ Đại băng hà. Giai đoạn này được biết đến với hình ảnh Quả cầu tuyết Trái Đất.

Quả cầu tuyết chỉ lột tả một phần sự khắc nghiệt của giai đoạn này. Về lý thuyết khi bức xạ mặt trời giảm khoảng 6% và việc sản xuất (hoặc duy trì) các khí nhà kính giảm, Trái Đất đã mất khả năng giữ nhiệt. Nó trở thành một Nam Cực toàn phần. Nhiệt độ giảm khoảng 45oC. Toàn bộ bề mặt Trái Đất là một khối băng cứng, băng ở các đại dương dày đến 800m tại vùng vĩ độ cao và hàng chục mét tại vùng nhiệt đới.

Vấn đề phức tạp ở chỗ bằng chứng địa chất đều chỉ ra băng tồn tại khắp mọi nơi, kể cả quanh xích đạo, trong khi bằng chứng sinh học cũng kết luận hùng hồn không kém rằng chắc chắn phải có các vùng nước ở đâu đó. Bởi tảo lam đã sống sót và lấy năng lượng nhờ quang hợp. Nếu từng nhìn xuyên qua lớp băng, bạn sẽ thấy băng càng dày thì càng đục, và chỉ sau vài mét sẽ không thể truyền được ánh sáng. Có hai khả năng được đưa ra về loài tảo lam. Một là nhờ một ít nước biển còn lại (có thể do sự ấm lên cục bộ tại một số điểm nóng); thứ hai là băng hình thành nhưng chỉ hơi mờ và ánh sáng vẫn có thể xuyên qua – trường hợp này đôi khi vẫn xảy ra trong tự nhiên.

Nếu Trái Đất đóng băng cục bộ, sẽ rất khó để biết được khi nào nó sẽ ấm trở lại. Cả một hành tinh băng giá sẽ dội ngược toàn bộ nhiệt, và gây ra sự đóng băng vĩnh viễn. Chỉ có thể nhờ một yếu tố nội tại để thoát khỏi tình trạng đó, chính là những kiến tạo địa chất đã tạo ra Trái Đất. Chúng ta có thể đã được cứu bởi núi lửa, đẩy thông các bề mặt bị chôn vùi, bơm ra nhiều nhiệt làm tan

chảy băng và tái tạo luồng không khí. Theo đó, dấu chấm hết cho thời kỳ Đại băng hà này chính là vụ nổ Cambri – mùa xuân của sự sống. Trên thực tế, viễn cảnh này có thể không thanh bình như chúng ta nghĩ, khi Trái Đất ấm lên cũng là lúc xuất hiện những đợt thời tiết dữ dội, bão đủ mạnh để dâng sóng lên độ cao của những tòa nhà chọc trời, và mưa có cường độ khôn tả.

Trong suốt giai đoạn này, giun ống, nghêu và các dạng sinh vật khác vốn chỉ sống ở biển sâu bắt đầu ngoi lên như thể không có vấn đề gì, trong khi các dạng sống khác gần như biến mất hoàn toàn. Mọi thứ đã xảy ra đã rất lâu và hiện nay chúng ta chỉ đơn thuần là không biết gì nhiều về chúng.

So với kỷ Đại băng hà Cryogen thì những kỷ Băng hà gần đây khá nhỏ, nhưng chúng đang có xu hướng lớn dần. Dải băng Wisconsian trong quá khứ, bao phủ một phần lớn châu Âu và Bắc Mỹ ngày nay, dày 3km tại một số điểm và phát triển rộng thêm 120m mỗi năm. Quả là kinh ngạc bởi ngay cả ở những vùng rìa băng cũng có thể dày đến 800m. Dưới những rìa băng này là một diện tích băng rộng hàng triệu cây số vuông, chỉ có vài đỉnh núi cao nhất xuyên được lên khỏi lớp băng. Toàn lục địa rũ xuống bởi sức nặng của băng và ngay cả bây giờ, 10.000 năm sau khi các sông băng đã rút đi, vẫn chưa trở về được nguyên trạng. Các tảng băng không chỉ cuốn theo đá và các đường trầm tích sỏi, mà còn chôn vùi toàn bộ địa hình, như Đảo Long, Mũi Cod và Nantucket – khi chúng chậm chạp quét qua đó. Vì vậy chẳng có gì đáng ngạc nhiên khi các nhà địa chất trước Agassiz không tưởng tượng nổi khả năng kiến tạo vĩ đại của chúng.

Nếu các dải băng lại bành trướng lần nữa, chúng ta sẽ chẳng có vũ khí gì đủ sức ngăn chúng lại. Năm 1964, vịnh Prince William Sound ở Alaska, một trong những vùng băng lớn nhất Bắc Mỹ, đã bị tấn công bởi một trận động đất lớn nhất trên lục địa này. Nó mạnh đến 9,2 độ Richter. Dọc theo những đường nứt, đất nâng cao đến 6m. Trận động đất mạnh đến nỗi nó làm nước ở các hồ tại Texas bắn tung. Nhưng vụ động đất vô song này không ảnh hưởng gì tới các sông băng vùng Prince William Sound. Chúng còn lớn thêm nhờ nước và tiếp tục dịch chuyển.

Suốt một thời gian dài, người ta cho rằng loài người đã dần thoát khỏi giai đoạn băng hà suốt hàng trăm hay hàng nghìn năm, nhưng thực tế không phải vậy. Nhờ các lõi băng ở Greenland, chúng ta đã có bằng chứng cụ thể về khí hậu trong khoảng 100.000 năm. Nó cho thấy Trái Đất trong suốt quãng thời gian gần đây không hề ổn định và yên tĩnh, mà đã chòng chành bởi

những đợt nóng kéo dài và những giai đoạn lạnh cắt da cắt thịt.

Đến cuối kỷ Băng hà gần đây nhất, khoảng 12.000 năm trước, Trái Đất bắt đầu ấm lên nhanh chóng, nhưng sau đó lại tiếp tục trở nên lạnh buốt trong 1.000 năm hoặc hơn. Sự kiện này được đặt tên là Thời kỳ Dryas trẻ (Cái tên *Dryas* vốn là tên một loại cây vùng Bắc Cực, một trong các loài đầu tiên tiếp tục mọc trên mặt đất khi băng tan). Trong 20 năm cuối của 1.000 năm này, nhiệt độ trung bình lại tăng thêm 4°C. Mới nghe thì không có gì nghiêm trọng, nhưng lại đủ để biến khí hậu Scandianavi thành khí hậu Địa Trung Hải chỉ trong 2 thập kỷ. Tại nhiều nơi, sự thay đổi còn lớn hơn. Lõi băng Greenland thay đổi 8 độ trong 10 năm, gây xáo trộn lượng mưa và điều kiện trồng trọt. Trong quá khứ điều này đã đủ đáng lo rồi, ngày nay hậu quả sẽ càng nghiêm trọng hơn vì Trái Đất đang vô cùng đông đúc.

Chúng ta không tưởng tượng được nhưng quả thật hiện tượng tự nhiên này sẽ đe dọa nhiệt biểu của Trái Đất một cách đáng báo động. Như Elizabeth Kolbert viết trong tờ *New Yorker*: "Không một ngoại lực nào, thậm chí là trong giả thuyết, có thể thay đổi nhiệt độ Trái Đất nhanh như những lõi băng này." Bà nhấn mạnh rằng "đó là một chu kỳ hồi tiếp lớn và dữ dội", có thể ảnh hưởng đến cả các đại dương và gây gián đoạn các dòng hải lưu, và chúng ta vẫn chưa tìm ra giải pháp.

Một giả thuyết cho rằng băng tan vào nước biển ở thời kỳ đầu của Dryas trẻ đã làm giảm độ mặn (và cả mật độ) của các vùng biển phía bắc, khiến dòng Vịnh lách về phía nam, giống như một người lái xe tránh vụ va chạm. Mất đi sức nóng của dòng Vịnh, các vĩ độ bắc trở lại lạnh lẽo. Nhưng giả thuyết này không giải thích được tại sao 1.000 năm sau, khi Trái Đất đã ấm lên, dòng Vịnh không trở lại như trước đó. Thay vào đó, chúng ta có một giai đoạn bình yên bất thường, được biết đến như là thế Holocene, hay thời mà chúng ta đang sống.

Không ai biết trước thế địa chất này sẽ kéo dài bao lâu. Trên thực tế, một số nhà chức năng lo ngại về những điều tồi tệ hơn có thể xảy ra. Tuy nhiên, từ góc độ tự nhiên, hiện tượng nóng lên toàn cầu là một đối trọng hữu ích với xu hướng quay trở lại khí hậu băng hà của Trái Đất. Tuy nhiên, như Kolbert đã chỉ ra, trong điều kiện khí hậu biến động và khó đoán, "người ta sẽ không thể thực hiện các thí nghiệm." Khả năng cao là kỷ Băng hà thực sự có thể bị kích phát bởi một sự gia tăng nhiệt độ. Nhiệt độ tăng nhẹ sẽ làm tăng cường sự bốc hơi, từ đó tăng độ che phủ của mây, khiến cho các vùng vĩ độ cao phủ tuyết. Tuy có vẻ nghịch lý nhưng có lẽ

chính sự nóng lên toàn cầu lại dẫn đến việc làm mát cục bộ ở Bắc Mỹ và Bắc Âu.

Khí hậu là tổng hòa của rất nhiều yếu tố – sự tăng giảm nồng độ cácbon điôxít, sự chuyển dịch của các lục địa, hoạt động của Mặt Trời, độ rung của chu kỳ Milankovitch – đến nỗi việc dự đoán về tương lai nằm ngoài khả năng của con người. Ví dụ, sau ít nhất 20 triệu năm hình thành, việc vẫn có thực vật sống không bị đóng băng ở Nam Cực rõ ràng là không thể lý giải.

Không kém phần kỳ lạ là trường hợp các loài khủng long cuối cùng. Nhà địa chất người Anh, Stephen Drury, ghi lại rằng trong vòng 10 vĩ độ của Bắc Cực là nơi cư trú của những loài lớn nhất, bao gồm cả khủng long tyrannosaur- rex. Ông viết: "Thật kỳ lạ vì ở vùng vĩ độ cao này ba tháng không có ánh sáng mặt trời." Hơn nữa, những vùng này có mùa đông vô cùng khắc nghiệt. Nghiên cứu đồng vị ôxy đã chỉ ra rằng khí hậu trên Fairbanks, Alaska, giờ đây vẫn lạnh như ở cuối kỷ Phấn Trắng. Khủng long đã làm gì ở đó? Hoặc chúng di cư theo mùa qua một khoảng cách rất xa, hoặc chúng sống ở đó trong tuyết và bóng tối. Tại Australia, thời kỳ đó, việc di cư về những vùng ấm áp gần như là không thể. Vì vậy, không ai hiểu được loài khủng long đã tồn tại ở vùng cực như thế nào.

Có một điều cần lưu ý rằng nếu vì bất cứ lý do nào, các phiến băng hình thành một lần nữa, thì dù vì lý do gì, lần này sẽ có rất nhiều nước để hút. Biển Hồ, vịnh Hudson và vô số các hồ của Canada trước đây không hề tồn tại để cung cấp nước cho kỷ băng hà trước. Chúng được chính kỷ Băng hà tạo ra.

Mặt khác, giai đoạn lịch sử tiếp theo sẽ chứng kiến hiện tượng băng tan nhiều hơn là sự tạo băng. Nếu tất cả băng tan chảy, mực nước biển sẽ dâng 60m, bằng chiều cao của một tòa tháp 20 tầng – và tất cả những thành phố ven biển sẽ bị nhấn chìm. Nhiều khả năng, trong thời gian ngắn, khối băng tây Nam Cực sẽ biến mất do trong 50 năm qua, các vùng biển quanh nó đã bị hâm nóng thêm 2,5^{o}C, và băng đã tan rất nhiều. Do đặc tính địa chất của vùng này, một sự tan băng với quy mô lớn rất dễ xảy ra. Nếu như vậy, mực nước biển sẽ tăng nhanh trên toàn cầu, trung bình từ 4,5 đến 6m.

Có một sự thật là chúng ta không biết rằng điều gì có khả năng xảy ra hơn: liệu tương lai sẽ mang tới cho chúng ta các thế kỷ giá lạnh khắc nghiệt hay sự gia tăng hơi nóng chết chóc. Chỉ có một điều chắc chắn là chúng ta đang sống với sự lo lắng bồn chồn.

Về lâu dài thì kỷ Băng hà không phải là tồi tệ. Chúng sẽ nghiền đá, để lại sau lưng những vùng đất màu mỡ, và tạo ra những hồ nước ngọt dồi dào dinh dưỡng cho hàng trăm loài động thực vật. Chúng khuyến khích di cư và làm cho hành tinh chúng ta luôn sôi động. Như Tim Flannery nhận xét: "Chỉ có một câu hỏi bạn cần hỏi một châu lục để xác định được số phận các cư dân của chúng: "Ở đây đã từng có một kỷ Băng hà tốt chứ?" Với ý niệm đó, hãy cùng quan sát một loài dã nhân từng có một kỷ băng hà như thế.

28

Động vật hai chân bí ẩn

Ngay trước lễ Noel năm 1887, một bác sĩ người Hà Lan mang cái tên không Hà Lan chút nào, Marie Eugène François Thomas Dubois,[1] đã quyết định đến Sumatra, vùng Đông Ấn Hà Lan, để tìm kiếm dấu vết của giống người cổ xưa nhất trên trái đất.

---

[1] · Mặc dù là người Hà Lan, nhưng Dubois đến từ Eijsden, một thị trấn Hà Lan giáp vùng nói tiếng Pháp của Bỉ.

Việc này gây ra không ít ngạc nhiên. Tất cả xương của người cổ đại trước đó đều chỉ được phát hiện ngẫu nhiên, hơn nữa nhìn vào lý lịch của Dubois, người ta thấy ngay ông không phải là ứng viên tiềm năng cho công việc này. Dubois vốn là một nhà giải phẫu và không hề có nền tảng cổ sinh vật học. Lý do nữa là chẳng có dấu vết nào gợi ý rằng có thể tìm thấy xương người cổ đại tại miền Đông Ấn. Theo logic thông thường, chúng thường được tìm thấy ở một miền đất rộng và đông dân lâu đời, chứ không phải một vùng khá biệt lập của một quần đảo. Những gì đưa Dubois đến đây chỉ là một linh cảm, sự rỗi rãi và kiến thức rằng ở đây có rất nhiều hang động, địa điểm lý tưởng cho các hóa thạch người. Phép màu đã xảy ra khi Dubois tìm được thứ ông muốn.

Khi Dubois bắt tay tiến hành kế hoạch của mình, toàn bộ hóa thạch người mà chúng ta có vô cùng khiêm tốn: 5 bộ xương không đầy đủ của người Neandertal, một phần xương hàm không rõ lai lịch và 6 bộ xương của người tiền sử kỷ Băng hà được các công nhân đường sắt tìm thấy trong hang động Cro-Magnon gần Les Eyzies, Pháp.[1] Về các bộ xương Neandertal, các mẫu tốt nhất khi đó đang nằm trên một chiếc kệ ở London, không ai để mắt tới. Chúng được các công nhân phá đá tìm thấy trong một mỏ đá ở

Gibraltar vào năm 1848, nghĩa là điều kiện bảo quản rất tuyệt vời, nhưng tiếc là không ai đánh giá đúng giá trị của chúng. Sau khi được giới thiệu ngắn gọn tại một cuộc họp Hội Khoa học Gibraltar, nó được chuyển tới Bảo tàng Hunterian và được phủ bụi suốt hơn nửa thế kỷ. Mãi đến năm 1970, người ta mới cho hóa thạch này một bản mô tả chính thức, do một nhà địa chất tên là William Sollar viết, ông chỉ được xem là "tay ngang trong ngành giải phẫu".

---

[1] · Con người được xếp vào họ Homonidae. Các thành viên của họ này bao gồm các sinh vật (kể cả các loài đã tuyệt chủng) gần với con người hơn với các loài tinh tinh ngày nay. Còn các loài khỉ dạng người loại lớn được đưa vào một họ riêng gọi là Pongidae. Nhiều chuyên gia cho rằng tinh tinh, khỉ đột và đười ươi cũng nên được xếp vào họ Homonidae, trong đó, người và tinh tinh sẽ nằm trong phân họ Homininae. Theo sắp xếp này thì các sinh vật trước kia vẫn được gọi là hominid (thành viên của họ Homonidae) sẽ được gọi là hominin (thành viên của phân họ Homininea). Hominoidea là tên của siêu họ khỉ, bao gồm cả loài người.

Do đó, tên và vinh quang trong việc tìm ra người cổ đại đầu tiên lại thuộc về thung lũng *Neander* – khá trùng hợp bởi từ Neander trong tiếng Hy Lạp có nghĩa là con người mới. Tại đây vào năm 1856, các công nhân mỏ đá khi đang đứng trên vách đá nhìn xuống sông Düssel đã phát hiện những mẩu xương có hình dạng kỳ lạ. Họ mang chúng đến cho một thầy giáo địa phương vì biết ông đam mê mọi thứ thuộc về tự nhiên. Bằng uy tín của mình, thầy giáo Karl Fuhlrott đã khẳng định đây là một giống người chưa từng được phát hiện. Tuyên bố này trở thành chủ đề tranh luận trong một thời gian dài.

Nhiều người không tin các xương được tìm thấy ở Neander là của người nguyên thủy. August Mayer, một giáo sư có tiếng tăm của Đại học Bonn, cho rằng đó chỉ đơn giản là xương của những người lính Cossack Mông Cổ bị thương trong khi chiến đấu ở Đức vào năm 1814, và chết trong những hang động. Tiếp ngay sau đó, nhà khoa học người Anh, T. H. Huxley, nhấn mạnh những người lính đã kiên cường thế nào khi họ dù trọng thương vẫn leo lên được vách đá cao khoảng 60ft, tự cởi bỏ quần áo và tư trang, lấp cửa hang, sau đó tự chôn mình dưới hơn 2ft đất. Một nhà nhân chủng học khác khi lý giải hình dáng lông mày nhô ra phía trước của các bộ xương còn cho rằng đó là do họ chau mày liên tục vì vết thương cẳng tay không được chữa lành gây đau đớn. (Trong nỗ lực bác bỏ chứng cứ về con người cổ, các chuyên gia đôi khi sẵn sàng viện đến các lý do hoang đường nhất. Vào thời điểm Dubois đến Sumatra, một bộ xương được tìm thấy ở Périgueux và được người

ta thông báo rằng đó là xương người Eskimo. Tất nhiên, người Eskimo thì có thể làm gì ở miền tây nam nước Pháp. Thực ra, đó chính là xương của người Cro-Magnon cổ đại.)

Dù vấp phải những khó khăn này, nhưng Dubois vẫn kiên trì tìm kiếm xương người nguyên thủy. Ông không tự mình đào bới mà sử dụng 50 tù nhân mượn từ chính phủ Hà Lan. Trong suốt một năm, họ đã tìm kiếm ở Sumatra, sau đó chuyển đến Java. Đến năm 1891 thì Dubois, hay nói đúng ra là đội của Dubois (vì bản thân ông hiếm khi đến thực địa), đã tìm thấy một phần hộp sọ cổ mà ngày nay gọi là Hộp sọ Trinil. Dù chỉ là một phần nhỏ, nhưng nó cũng cho thấy rằng chủ nhân của nó có các đặc điểm rõ ràng không phải của loài người, nhưng lại có bộ não lớn hơn nhiều lần bất cứ loài dã nhân nào. Dubois gọi đó là giống người *Anthropithecus đứng thẳng*, (sau này, vì lý do kỹ thuật nên đã đổi thành *Pithecanthropus đứng thẳng*), và tuyên bố đó chính là gạch nối giữa loài vượn và loài người. Nó nhanh chóng được biết đến với cái tên người Java và ngày nay được gọi là *Homo erectus* (Người đứng thẳng).

Năm tiếp theo, những công nhân của Dubois tiếp tục tìm thấy một khúc xương đùi gần như hoàn chỉnh, và trông rất giống của người hiện đại. Thực tế, nhiều nhà nhân chủng học nghĩ rằng nó là của người hiện đại chứ không phải của người Java. Nó không hề giống với mẫu xương nào của *người đứng thẳng* trước đó. Tuy nhiên chỉ dựa vào khúc xương đùi, Dubois vẫn đưa ra kết luận chính xác rằng người *Pithecanthropus* đi thẳng. Chỉ từ một phần hộp sọ và một chiếc răng, Dubois đã tạo ra một mô hình hộp sọ hoàn chỉnh với độ chính xác đáng ngạc nhiên.

Năm 1895, Dubois trở lại châu Âu và những tưởng mình sẽ được đón chào nồng nhiệt, nhưng mọi việc lại diễn ra gần như ngược lại. Các nhà khoa học đều không thích các kết luận lẫn thái độ ngạo mạn của Dubois. Họ cho rằng đó là hộp sọ của loài dã nhân, có thể là một con vượn, chứ không phải của người cổ đại. Trong nỗ lực bảo vệ quan điểm của mình, Dubois đã cho phép một nhà giải phẫu học uy tín từ Đại học Strasbourg là Gustav Schwalbe nghiên cứu hộp sọ mà ông tìm thấy. Nằm ngoài dự đoán của Dubois, Schwalbe đã dựa vào đó viết một tài liệu chuyên khảo gây tiếng vang hơn tất cả những gì Dubois đã viết ra, và khi đi thuyết giảng khắp nơi, Schwalbe được long trọng đón tiếp như thể chính ông ta là người đào được chiếc hộp sọ. Bàng hoàng và cay đắng, Dubois rút về làm một giáo sư địa chất bình thường tại Đại học Amsterdam, và trong suốt 20 năm tiếp theo ông không cho phép ai chạm vào các hóa thạch của mình. Ông mất vào năm 1940, một

người đàn ông bất hạnh.

Trong khi đó, cách nửa vòng trái đất, cuối năm 1924, người đứng đầu khoa Giải phẫu thuộc Đại học Witwatersrand ở Johannesburg, nhà khoa học gốc Australia, Raymond Dart, đã nhận được hộp sọ khá hoàn chỉnh của một đứa trẻ, với khuôn mặt còn nguyên vẹn, hàm dưới và não hóa thạch còn nguyên trạng, từ một khu mỏ đá vôi ở vùng Taung rìa sa mạc Kalahari. Dart lập tức nhận ra đây không phải là hộp sọ *người đứng thẳng* Java của Dubois, mà có niên đại sớm hơn rất nhiều, và là một sinh vật giống khỉ. Ông xác định nó khoảng 2 triệu năm tuổi và đặt cho nó tên khoa học là *Australopithecus africanus* (vượn người phía Nam châu Phi). Trong một bài viết trên tờ *Nature*, ông cho rằng các hóa thạch Taung giống người đến kinh ngạc, và đề xuất đặt thêm một họ hoàn toàn mới, *Homo simiadae* (người-vượn) sau phát hiện này.

Giới khoa học thậm chí còn thiếu thiện chí với Dart hơn cả với Dubois. Gần như mọi điểm trong lý thuyết của ông – thật vậy, gần như tất cả – đều khiến họ khó chịu. Trước tiên, Dart đã quá tự phụ khi tự mình nghiên cứu mà không hề kêu gọi sự giúp đỡ của cả cộng đồng khoa học. Ngay cả cái tên mà ông chọn, *Australopithecus*, cũng tỏ ra thiếu tính ứng dụng học thuật khi kết hợp từ gốc Hy Lạp và Latin. Trên tất cả, kết luận của ông như một đòn tấn công vào những phát hiện truyền thống. Ai cũng đồng ý rằng loài người và loài vượn đã phân chia từ ít nhất 15 triệu năm trước ở châu Á. Nếu thủy tổ của loài người ở châu Phi, tất cả chúng ta đều là người *negroit*. Nó cũng giống như việc, có ai đó ngày nay tuyên bố tìm thấy các xương của tổ tiên loài người ở Missouri chẳng hạn. Nó rõ ràng đi ngược lại những gì đã được biết đến.

Người duy nhất ủng hộ Dart là Robert Broom, một bác sĩ, đồng thời là nhà cổ sinh vật học người Scotland với trí tuệ hơn người và bản tính lập dị. Broom có thói quen khỏa thân đi nghiên cứu thực địa khi thời tiết ấm áp. Ông cũng được biết đến vì đã tiến hành các thí nghiệm giải phẫu đáng ngờ trên những bệnh nhân nghèo của mình. Khi họ chết (điều này cũng xảy ra rất thường xuyên), ông chôn thi thể họ ngay trong vườn và đào lên mỗi khi cần nghiên cứu thêm.

Vì là một nhà cổ sinh vật học tài năng và cũng đang có mặt ở Nam Phi, nên Broom là một trong số những người đầu tiên được xem xét hộp sọ Taung. Ông lập tức nhận thấy Dart đã đúng, và lớn tiếng ủng hộ quan điểm của Dart, song không hiệu quả. Trong 50 năm tiếp theo, người ta cho rằng hộp sọ Taung chỉ là của một con dã nhân. Các sách vở cũng không đề cập đến nó. Dart dành 5 năm

tiếp theo để hoàn thành một chuyên khảo, song không thể xuất bản và cuối cùng đành bỏ cuộc (dù vẫn tiếp tục săn tìm hóa thạch). Trong rất nhiều năm tiếp theo, chiếc hộp sọ, mà ngày nay được xem là báu vật của nhân chủng học, chỉ nằm im lìm như một miếng chặn giấy trên bàn một đồng nghiệp của ông.

Khi Dart tuyên bố phát hiện này vào năm 1924, mới chỉ có bốn chủng người cổ đại được biết đến – *Homo heidelbergensis, Homo rhodesiensis*, người Neanderthal và Người Java của Dubois – nhưng ngay sau đó tất cả đã thay đổi.

Đầu tiên, tại Trung Quốc, một nhà nghiên cứu nghiệp dư người Canada, Davidson Black, bắt đầu tìm kiếm quanh vùng Núi Xương Rồng, vốn rất nổi tiếng về xương cổ. Thật không may, thay vì bảo tồn nghiên cứu xương, thì người Trung Quốc lại nghiền chúng làm thuốc. Các mảnh xương người cổ quý giá cuối cùng lại có giá trị tương đương với bột Beecham[1] của Trung Quốc. Cả vùng này dường như đã xác xơ khi Black đến, nhưng ông vẫn tìm thấy một chiếc răng hàm hóa thạch và từ đó tuyên bố đã phát hiện ra *Sinanthropus pekinensis*, về sau được gọi là người Bắc Kinh.

1· Một loại bột kháng sinh.

Với quyết tâm của Black, việc khai quật được triển khai mạnh hơn và nhiều mẩu xương khác được tìm thấy, nhưng không may chúng đều biến mất sau cuộc tấn công Trân Châu Cảng của Nhật vào năm 1941. Khi một đội thủy quân lục chiến của Mỹ cố gắng đưa các mẫu xương (và cả bản thân họ) ra khỏi đất Trung Quốc, họ đã bị người Nhật bắt và cầm tù. Sau khi thấy những chiếc hòm trên tàu chẳng có gì ngoài xương, lính Nhật đã ném chúng xuống đường, và đó là lần cuối cùng người ta còn thấy chúng.

Quay lại câu chuyện người Java của Dubois, thời gian đó, một đội dẫn đầu bởi Ralph von Koenigswald đã tìm thấy một nhóm người cổ khác, gọi là người Solo, gần sông Solo ở Ngandong. Phát hiện của Koenigswald lẽ ra đã rất có ý nghĩa nếu không phạm một lỗi chiến thuật, và được nhận ra quá muộn. Ông đã trả giá với người dân địa phương 10 xu cho mỗi mảnh xương mà họ tìm được, sau đó kinh hoàng khi phát hiện họ đã đập vụn những mảnh xương lớn để tối đa hóa nguồn thu nhập.

Trong những năm tiếp theo, khi có nhiều xương được phát hiện và xác định, người ta ngập trong những tên gọi mới – *Homo aurignacensis, Australopithecus transvaalensis, Paranthropus*

crassidens, Zinjanthropus boisei và vô số tên gọi khác, mỗi cái tên là một chi hoặc một loài mới. Cho đến những năm 1950, đã có đến hơn 100 tên gọi cho các loài thuộc họ người. Để khiến cho tình hình thêm rối rắm, mỗi giống riêng lẻ lại có rất nhiều tên gọi khác nhau trong quá trình tinh lọc và phân loại của các nhà cổ nhân chủng học. Người Solo còn được biết đến với nhiều tên gọi khác nhau như *Homo soloensis, Homo primigenius asiaticus, Homo neanderthalensis soloensis, Homo sapiens soloensis, Homo erectus erectus*, và cuối cùng ngắn gọn là *Homo erectus*.

Vào năm 1960, trong nỗ lực đưa ra một thứ bậc rõ ràng, F. Clark Howell của Đại học Chicago, theo gợi ý của Ernst Mayr và một số người khác từ thập kỷ trước, đã đề xuất cắt số lượng các chi xuống chỉ còn hai, đó là *Australopithecus* và *Homo* – sau đó hợp lý hóa các loài. Người Java và người Peking cuối cùng đều được xếp vào *Homo erectus* (người đứng thẳng). Thứ bậc này từng thịnh hành, song nó cũng không tồn tại được lâu.

Sau khoảng một thập kỷ khá bình lặng, các nhà cổ nhân chủng học bước vào một giai đoạn mới với các khám phá chóng vánh mà đến giờ vẫn chưa dịu đi. Những năm 1960, họ tìm ra *Homo habilis* (người khéo léo), được nhiều người xem như gạch nối giữa người và vượn, song nhiều người không xem nó là một loài độc lập. Sau đó là sự xuất hiện của *Homo ergaster, Homo louisleakeyi, Homo rudolfensis, Homo microcranus* và *Homo antecessor* cùng nhiều chi vượn người phương nam khác như *A. afarensis, A. praegens, A. ramidus, A. walkeri, A. anamensis*. Nhìn chung, có khoảng 20 loài thuộc người đã được công nhận cho đến nay. Nhưng thật không may là tập hợp 20 loài của mỗi chuyên gia lại khác nhau.

Một số vẫn tiếp tục nghiên cứu hai chi theo Howell đề xuất, song một số khác cho rằng nên xếp một số người thuộc chi *Australopithecines* vào một chi riêng gọi là *Paranthropus*, một số khác còn đề xuất thêm một chi sớm hơn gọi là *Ardipithecus*. Một số người lại muốn đưa *praegens* vào chi *Australopithecus* và cũng có một số muốn có một chi riêng gọi là *Homo antiquus*, tuy nhiên hầu hết đều không thừa nhận *praegens* là một loài riêng biệt. Tóm lại, không hề có sự thống nhất nào giữa các tên gọi này. Một cái tên chung cần được tất cả nhất trí, mà điều này thường rất ít khi xảy ra.

Nghịch lý ở chỗ người ta không tìm đủ bằng chứng. Từ buổi sơ khai mới chỉ có vài tỷ người (hoặc những sinh vật giống người) từng sống và đóng góp một chút biến đổi gen cho loài người. Trong tổng thể rất lớn này, tất cả những gì chúng ta biết về thời

tiền sử của con người chỉ dựa trên những bộ xương, thường vô cùng rời rạc, của khoảng 5.00 cá thể. "Nếu trộn chúng lại thì thậm chí bạn có thể chất chúng lên thùng một chiếc xe tải nhỏ," Ian Tattersall, người phụ trách mảng nhân chủng học rất thân thiện của Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên ở New York, đã trả lời như vậy khi tôi hỏi ông về tổng lượng xương người cổ và thuộc họ người trên thế giới.

Sự thiếu hụt này sẽ không đến nỗi quá trầm trọng nếu xương được phân bố đều qua thời gian và không gian, nhưng tất nhiên là không phải vậy. Người cổ đại thường xuất hiện ngẫu nhiên theo một cách lạ kỳ. *Người đứng thẳng* đã đi khắp Trái Đất trong hơn một triệu năm và cư ngụ từ mép Đại Tây Dương phía châu Âu tới mép Thái Bình Dương phía Trung Quốc, tuy nhiên nếu bạn làm sống lại tất cả những *người đứng thẳng* mà chúng ta đã tìm được hóa thạch, thì số đó cũng không đủ đầy một chuyến xe bus. *Người khéo léo* thậm chí còn hiếm hơn: mới chỉ tìm được hai bộ xương không đầy đủ và một số xương sườn. Những thứ còn ít tuổi như chính nền văn minh của chúng ta thì hầu như không thể có bằng chứng hóa thạch.

Tattersall làm rõ thêm: "Ở châu Âu người ta đã tìm thấy đầu lâu vượn người ở Georgia có niên đại khoảng 1,7 triệu năm, nhưng bộ hài cốt tiếp theo được tìm thấy ở Tây Ban Nha có niên đại gần hơn tận một triệu năm, và gần hơn 300.000 năm tiếp theo là người Heidelberg ở Đức – và chúng không hề giống nhau." Ông mỉm cười. "Từ những mảnh ghép chắp vá đó mà chúng ta cố gắng viết được lịch sử của toàn bộ nhân loại. Công việc đó rất nan giải. Chúng ta thực sự hiểu biết rất ít về mối quan hệ giữa các loài cổ đại – loài nào đã tiến hóa thành chúng ta và loài nào rơi vào ngõ cụt của sự tiến hóa. Một số thậm chí không đáng để xem là một loài riêng biệt."

Chính tình trạng chắp vá dữ liệu này khiến mỗi loài mới được phát hiện đều gây bất ngờ và khác xa các loài khác. Nếu chúng ta có hàng chục nghìn bộ xương phân bố đều đặn suốt chiều dài lịch sử, hẳn chúng ta sẽ hiểu chúng rõ hơn. Một loài hoàn toàn mới không thể xuất hiện ngay mà phải tiến hóa dần từ các loài cũ như các hóa thạch đã chỉ ra. Bạn càng quay lại gần điểm phân kỳ, sự giống nhau sẽ càng lớn, vì vậy sẽ cực kỳ khó khăn, thậm chí là không thể phân biệt một *người đứng thẳng* thời cuối và một *người hiện đại*, đó có thể là cả hai hoặc không là loài nào cả. Sự tương đồng có thể xuất hiện trong việc xác định các hài cốt rời rạc – ví dụ xác định xem liệu một mẩu xương cụ thể là của người nữ *Australopithecus boisen* hay một người nam *Homo habilis*.

Do không có gì để minh xác, nên các nhà khoa học phải đưa ra quyết định dựa vào những vật họ tìm thấy cạnh những hóa thạch, và đây thường là những dự đoán dũng cảm. Như Alan Walker và Pat Shipman đã quan sát, nếu bạn kết hợp những công cụ với loài sinh vật thường được tìm thấy gần nó, bạn sẽ đi được đến kết luận rằng những công cụ cầm tay cổ xưa đã được loài linh dương tạo ra.

Có lẽ không có ví dụ nào điển hình cho sự nhầm lẫn này hơn các kết luận từ những chứng cứ rời rạc về *người khéo léo*. Nói một cách đơn giản, xương của *người khéo léo* không nói lên điều gì. Khi được xếp đặt có thứ tự, chúng sẽ chỉ ra rằng đàn ông và phụ nữ tiến hóa với tốc độ và hướng khác nhau – giống đực ngày càng ít giống vượn, và hướng đến giống người hơn, trong khi giống cái thì ngược lại. Một số chuyên gia không cho rằng *người khéo léo* là một chủng loài cố định. Tattersall và đồng nghiệp Jeffrey Schwartz cho rằng đó là một "loài sọt rác" vì tất cả các hóa thạch không xác định "đều được thoải mái vứt vào". Ngay cả những ai xem người khéo léo như một loài độc lập cũng không dám chắc liệu chúng có cùng thuộc một chi với chúng ta, hay thuộc một nhánh phu đã rơi vào ngõ cụt.

Cuối cùng, và trên hết, bản chất con người cũng là một nhân tố trong tất cả chuyện này. Các nhà khoa học luôn có xu hướng tự nhiên giải thích những phát hiện theo một cách tâng bốc tầm vóc của chúng. Hiếm có nhà cổ sinh vật học nào lại thông báo rằng anh ta đã tìm thấy các mẩu xương, nhưng chúng chẳng mang lại thêm nhận thức gì. Như Hohn Reader đã nói trong cuốn *Missing Links* [tạm dịch: *Những mắt xích bị mất*], "những lời giải thích đầu tiên cho một chứng cứ mới được tìm thấy thường trùng khớp với định kiến của người đã phát hiện ra nó."

Điều này tất nhiên sẽ gây ra vô số tranh cãi sau đó, và chẳng có ai thích tranh luận bằng các nhà nhân chủng học. "Trong mọi ngành khoa học, giới cổ nhân chủng học luôn có cái tôi lớn nhất," đây là lời của nhóm tác giả cuốn *Java Man* [tạm dịch: *Người Java*] – một cuốn sách gồm nhiều đoạn văn dài, đầy những lời công kích kín đáo nhắm vào sự bất cập của một số người khác, đặc biệt là Donald Johanson, người đồng nghiệp cũ của các tác giả.

Đến 99,99999% trong lịch sử tiến hóa của con người với tư cách các sinh vật, chúng ta có cùng một tổ tiên với loài tinh tinh. Không có nhiều manh mối về thời tiền sử của loài tinh tinh, nhưng chúng ra sao thì chúng ta như vậy. Khoảng bảy triệu năm trước, một bước tiến đã xảy ra. Một nhóm sinh vật từ rừng rậm nhiệt đới châu Phi bắt đầu di chuyển đến những vùng thảo

nguyên mới.

Đó chính là australopithecines (vượn người phương Nam), chi thuộc họ người sẽ thống trị Trái Đất trong 5 triệu năm tiếp theo. (*Austral* trong tiếng Latin có nghĩa là phương Nam và không liên quan gì đến Australia như nhiều người vẫn nghĩ.) Vượn người phương Nam có nhiều giống khác nhau, có giống thanh mảnh, như đứa bé Taung của Raymons Dart, có giống lại cường tráng và mạnh mẽ hơn, song tất cả đều có khả năng đứng thẳng. Một số loài tồn tại cả triệu năm, một số khác khiêm tốn hơn là vài trăm nghìn năm; nhưng hãy nhớ kể cả loài ít thành công nhất cũng có lịch sử dài hơn chúng ta gấp nhiều lần.

Hóa thạch họ người nổi tiếng nhất trên thế giới thuộc về một vượn người phương Nam với 3,18 triệu năm tuổi, được nhóm do Donald Johanson dẫn đầu tìm thấy tại Hadar, Ethipia vào năm 1974. Được gọi là A.L. (Viết tắt của *Afar Locality* – vùng xa) 288-1, bộ xương này sau đó có tên là Lucy, đặt theo một ca khúc của The Beatles, *Lucy in the Sky with Diamonds*. Johanson chưa bao giờ nghi ngờ ý nghĩa quan trọng của Lucy. "Đó là tổ tiên sớm nhất của chúng ta, gạch nối giữa loài vượn và loài người," ông nói.

Lucy rất nhỏ nhắn – chỉ cao khoảng 3,5ft. Nó có thể đi bằng hai chân – dù việc đi như thế nào thì vẫn là chủ đề gây tranh cãi. Hơn nữa, rõ ràng nó leo núi rất giỏi. Đó là hầu hết những gì người ta kết luận. Xương sọ của Lucy gần như không còn, nên người ta không thể đưa ra giả thiết về độ lớn của não, tuy nhiên, theo các mảnh vụn còn sót lại thì nó nhỏ. Một số tài liệu cho rằng bộ xương của Lucy chỉ còn khoảng 40%, một số khác đưa ra con số gần 50%, và một tài liệu của Bảo tàng Lịch sử Quốc gia Hoa Kỳ cho rằng nó hoàn thiện đến hai phần ba. Loạt chương trình truyền hình *Ape Man* thậm chí còn gọi nó là một bộ xương hoàn chỉnh, mặc dù hình ảnh được đưa ra lại không được như vậy.

Cơ thể người có 206 xương, nhưng rất nhiều xương bị lặp lại. Nếu có được xương đùi trái của một mẫu vật, thì bạn không cần phải đo kích thước của xương đùi phải. Nếu loại bỏ hết các xương dư thừa, thì bạn chỉ còn 120 xương. Ngay cả với tiêu chuẩn dễ dãi này, kể cả khi đã đếm các mảnh xương vụn, Lucy cũng chỉ có 28% của một nửa bộ xương (và chỉ có khoảng 20% một bộ xương hoàn chỉnh).

Trong cuốn sách *The Wisdom of Bones* [tạm dịch: *Trí khôn của những chiếc xương*], Alan Walker nhớ lại đã từng hỏi vì sao Johanson lại có được con số 40%. Johanson hồ hởi đáp rằng ông

không tính đến 106 xương tay và chân – vốn chiếm đến một nửa số xương trong cơ thể, và là một nửa quan trọng, vì thuộc tính cơ bản của Lucy là sử dụng tay và chân để thích nghi với một thế giới mới lạ. Tóm lại, hiểu biết thật sự của con người về Lucy còn ít hơn những gì chúng ta nghĩ. Thậm chí, người ta còn không biết Lucy thực ra là nam hay nữ. Giới tính của nó chỉ được suy từ vóc dáng nhỏ bé của nó.

* * *

Hai năm sau khi phát hiện ra Lucy, tại Laetoli, Tanzania, Mary Leakey đã tìm được dấu chân của hai sinh vật được cho là thuộc cùng họ người. Những dấu chân đã được tạo ra khi hai vượn người phương Nam đi qua vùng tro bùn của một vụ phun trào. Bùn sau đó đặc cứng lại, nhờ đó bảo toàn được dấu chân của họ trong vòng 23m.

Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên ở New York đã dựng một bức tranh lập thể mô phỏng cảnh họ đi qua. Bức mô phỏng này có kích thước như thật, trong đó một con đực và một con cái đang đi qua những đồng bằng châu Âu cổ. Chúng có nhiều lông và có kích thước như tinh tinh, song có dáng đi giống con người. Điểm nổi bật là con đực choàng tay trái qua vai con cái, tư thế này cho thấy giữa chúng có mối liên hệ chặt chẽ.

Bức mô phỏng khiến người ta không nghĩ rằng hầu hết mọi thứ ngoài các dấu chân đều là trí tưởng tượng. Tất cả các nhân tố bên ngoài của hai mẫu vật, lông lá, các phần trên khuôn mặt (cho dù mũi họ giống người hay vượn) đều chỉ là giả thiết. Chúng ta cũng không thể khẳng định đây là một cặp, con cái có thể lại là một con còn nhỏ. Chúng ta cho rằng đây là vượn người phương Nam chẳng qua vì không có khả năng thích hợp nào khác.

Có người kể với tôi rằng sở dĩ chúng được đặt như vậy là vì trong quá trình xây dựng mô hình này, con cái bị đổ liên tục. Tuy nhiên, Ian Tattersall phủ nhận câu chuyện này. “Chúng ta không khẳng định được con đực có ôm con cái hay không, nhưng dựa vào vị trí các dấu chân, có thể thấy chúng đi rất gần nhau, đủ để chạm vào nhau. Đó là một vùng khá rộng, nên có thể chúng đã cảm thấy lo sợ, và chúng tôi cố gắng thể hiện qua gương mặt trong mô hình.”

Tôi hỏi liệu ông có gặp rắc rối gì với những giấy phép cần thiết để tái hiện hai nhân vật này, ông tỏ ra rất đồng tình. “Đó luôn là vấn đề khi xây dựng các mô hình. Anh không tưởng tượng nổi chúng tôi phải trải qua bao nhiêu buổi thảo luận về những chi tiết rất

nhỏ, ví dụ người Neandertal có lông mày hay không. Khi dựng mẫu vật Laetoli cũng vậy. Chúng tôi không thể biết rõ chi tiết nhưng chỉ cố gắng truyền tải kích thước và hình dạng được suy đoán của chúng. Nếu có thể làm lại, tôi sẽ làm chúng giống dã nhân hơn con người. Vì các sinh vật này không phải là người, chúng là loài vượn đi bằng hai chân."

Người ta từ đó vẫn cho rằng chúng ta là hậu duệ của Lucy và Laetoli, nhưng ngày nay, các chuyên gia nghi ngờ điều này. Mặc dù có một số đặc điểm thể chất (ví dụ răng) giống nhau, một số đặc điểm giải phẫu khác của vượn người phương Nam lại phức tạp hơn rất nhiều. Trong cuốn *Extinct Humans* [tạm dịch: *Con người tuyệt chủng*], Tattersall và Schwartz chỉ ra phần xương đùi trên của loài người rất giống dã nhân, nhưng lại không giống vượn người phương Nam. Vì vậy, nếu cho Lucy là gạch nối trực tiếp giữa dã nhân và người hiện đại, có nghĩa là chúng ta đã có xương đùi của vượn người phương Nam trong xấp xỉ một triệu năm, sau đó lại có xương giống loài vượn trong giai đoạn phát triển mới. Họ còn cho rằng không những Lucy không phải là tổ tiên của chúng ta, mà thậm chí còn không phải là loài đi bằng hai chân.

Tattersall khẳng định, "Lucy và loài của nó không di chuyển giống người hiện đại. Chỉ khi loài thuộc họ người này phải di chuyển giữa các thân cây, chúng mới bắt đầu di chuyển bằng hai chân. Chúng buộc phải như vậy do cấu tạo giải phẫu". Johanson bác lại. "Sự sắp xếp xương hông và xương chậu của Lucy khiến nó, cũng như người hiện đại, không giỏi leo trèo," ông viết.

Các vấn đề trở nên trầm trọng hơn, khi vào năm 2001 và 2002, bốn mẫu vật đặc biệt mới được tìm thấy. Một được Meave Leaker dòng họ nổi tiếng săn tìm hóa thạch phát hiện tại vùng hồ Turkana ở Kenya, và được gọi là *Kenyanthropus platyops*. Giống người này sống cùng thời gian với Lucy, và làm dấy lên giả thuyết đó chính là tổ tiên của chúng ta, và Lucy chỉ là một nhánh phụ không phổ biến. Cũng được tìm thấy vào năm 2001 là *Ardipithecus ramidus kadabba*, khoảng 5,2 đến 5,8 triệu năm trước, và *Orrorin tugenensis*, khoảng 6 triệu năm trước, đây là sinh vật họ người cổ nhất được tìm thấy. Mùa hè năm 2002, một đội tìm kiếm người Pháp ở sa mạc Djurabcuar Chad (một nơi chưa từng phát hiện xương cổ), đã tìm thấy một sinh vật họ người có niên đại khoảng 7 triệu năm trước, mà họ gọi là *Sahelanthropus tchadensis*. (Một số nhà phê bình cho rằng đây không phải người mà là một giống vượn cổ, do đó nên gọi nó là *Sahelpithecus*.) Tất cả những loài này đều là các sinh vật cổ xưa và khá nguyên thủy, nhưng chúng đi thẳng đứng từ sớm hơn rất nhiều so với chúng ta

nghĩ.

Đi bằng hai chân là một quá trình khó khăn và đầy rủi ro. Nó liên quan tới việc biến xương chậu thành một công cụ chịu tải. Để bảo toàn kết cấu chịu lực cần thiết, các ống sinh sản của con cái phải khá hẹp. Do đó gây ra hai ảnh hưởng tức khắc và một ảnh hưởng lâu dài. Trước tiên, nó sẽ khiến việc mang thai vô cùng đau đớn và gây nhiều nguy hiểm cho cả mẹ lẫn con. Hơn nữa, để con non có thể chui qua lỗ hẹp như vậy, nó phải được đẻ khi xương đầu còn rất nhỏ, tức là khi chúng hoàn toàn không thể tự chăm sóc bản thân. Điều này dẫn đến đòi hỏi chăm sóc con non lâu dài của con cái, cũng là đánh dấu mối quan hệ nam-nữ sâu sắc.

Dù loài người đã trở thành chúa tể về sự khéo léo trên hành tinh, nhưng chỉ điều này đã đủ khiến chúng ta đau đầu, chứ chưa nói đến loài vượn người phương Nam bé nhỏ, mong manh với bộ não bằng kích thước của một trái cam.[1]

---

[1] · Kích thước bộ não thực ra cũng không nói lên nhiều điều. Voi và cá voi có bộ não lớn hơn chúng ta, nhưng rõ ràng chúng không thể thông minh như con người. Người ta thường không để ý đến, chính tỷ lệ tương quan của bộ não với thân thể mới cho thấy sự khác biệt. Như Gould đã chỉ ra, một người Africanus có bộ não chỉ 450cc, nhỏ hơn một con khỉ đột. Nhưng một con đực Africanus nặng dưới 45kg, con cái còn nhẹ hơn rất nhiều, trong khi khỉ đột có thể đạt tới 150kg.

Vậy tại sao Lucy và đồng loại phải rời bỏ những thân cây và khu rừng? Có thể vì chúng không còn lựa chọn nào. Eo đất Panama trồi lên cắt dòng chảy từ Thái Bình Dương sang Đại Tây Dương, làm chuyển hướng các dòng hải lưu nóng ra xa Bắc Cực, và dẫn đến sự khởi đầu của một giai đoạn băng hà khắc nghiệt ở phía bắc. Tại châu Phi, xuất hiện hiện tượng khô và lạnh theo mùa, dần biến các khu rừng thành thảo nguyên. John Gribbin đã viết: "Lucy và đồng loại của mình không bỏ các khu rừng, chính các khu rừng đã bỏ chúng."

Việc phải đi xuống các thảo nguyên khiến vượn người phải có nhiều khả năng hơn. Một con vượn đứng thẳng rõ ràng sẽ nhìn xa hơn, nhưng cũng dễ bị phát hiện hơn. Ngày nay, chúng ta cũng rất dễ bị tổn thương khi ở trong thiên nhiên hoang dã. Hầu hết các sinh vật lớn đều khỏe hơn, nhanh hơn và nhiều răng hơn chúng ta. Đối mặt với những hiểm nguy, con người hiện đại chỉ có hai thế mạnh: chúng ta có bộ não để suy nghĩ và tay để ném hoặc sử dụng vũ khí. Chúng ta là những sinh vật duy nhất có thể tấn công từ một khoảng cách xa, do đó có thể tồn tại với thể chất hạn chế.

Mọi yếu tố nói trên thôi thúc sự tiến hóa nhanh chóng của một bộ não ưu việt hơn, nhưng rất tiếc nó lại không xảy ra. Trong hơn ba triệu năm, Lucy và vượn người phương Nam khác hầu như không thay đổi gì. Não chúng không lớn lên và chẳng có dấu hiệu nào cho thấy chúng biết dùng công cụ. Kỳ lạ hơn nữa, trong khoảng một triệu năm, chúng sống bên cạnh những vượn người biết sử dụng công cụ, song lại chưa từng nắm lấy cơ hội này.

Trong ba triệu đến hai triệu năm trước, có khoảng sáu nhóm thuộc họ người cùng tồn tại ở châu Phi. Tuy nhiên, chỉ có một nhóm tiếp tục tiến hóa: đó là *Homo* (chi Người), xuất hiện trong màn sương mù khoảng hai triệu năm trước. Chúng ta không biết rõ mối quan hệ của chi Người và vượn người phương Nam, mà chỉ biết chúng đã cùng tồn tại khoảng một triệu năm, trước khi tất cả người vượn phương Nam, cả mạnh lẫn yếu, đều biến mất khỏi Trái Đất một cách đột ngột và bí ẩn. Không ai biết tại sao, theo Matt Ridley, "có thể là tổ tiên của chúng ta đã ăn thịt chúng."

Trong phân loại học, chi Người sẽ bắt đầu với *Homo habilis*, một loài mà chúng ta hầu như không biết gì và kết thúc bằng chúng ta, *Homo sapiens* (người hiện đại hay còn gọi là người tinh khôn). Nằm giữa khoảng đó, tùy theo quan điểm mà bạn ủng hộ, sẽ có đến nửa tá các loài khác: *Homo ergaster, Homo neanderthalensis, Homo rudolfensis, Homo heidelbergensis, Homo erectus và Homo antecessor*.

Homo habilis (người khéo léo) được Louis Leakey cùng các đồng nghiệp đặt tên vào năm 1964, và được gọi như vậy vì họ là những người đầu tiên biết sử dụng công cụ, dù đơn giản. Đó là một sinh vật khá nguyên thủy, giống tinh tinh nhiều hơn người, song chúng có bộ não lớn hơn của Lucy khoảng 50% với kích thước tương ứng, nhờ đó, chúng là Einstein của thời đại đó. Không có lý giải thuyết phục nào nói lên tại sao hai triệu năm trước, bộ não người đột nhiên bắt đầu phát triển. Trong một thời gian dài người ta cho rằng việc đứng thẳng và có bộ não lớn liên quan mật thiết với nhau – và việc ra khỏi rừng rậm cũng đòi hỏi những chiến lược khôn ngoan kích thích bộ não lớn dần. Vì vậy thật ngạc nhiên, sau khi phát hiện nhiều lần các loài hai chân thiếu trí tuệ, hóa ra chúng chẳng có mối liên hệ gì với nhau.

Tattersall nói: "Chúng ta không biết được tại sao não con người lại phát triển lớn đến vậy." Đây là một cơ quan phức tạp, vì tuy chỉ chiếm 2% khối lượng cơ thể nhưng tiêu tốn hết 20% tổng năng lượng. Chúng cũng tương đối kén chọn thứ làm nhiên liệu. Nếu bạn chẳng bao giờ ăn một miếng mỡ nào, não cũng chẳng phàn

nàn, vì nó không bao giờ động đến món đó. Nó chỉ muốn glucose, rất nhiều là khác, và điều đó dẫn tới sự thiếu hụt ở các cơ quan khác. Guy Brown ghi lại: "Cơ thể luôn có nguy cơ bị một bộ não quá tham lam tranh ăn, nhưng mặt khác cũng không được phép bỏ đói nó, vì điều đó sẽ dẫn tới cái chết." Não càng lớn, nó càng cần nhiều thức ăn, và rủi ro cho cơ thể lại càng tăng.

Tattersall cũng cho rằng sự phát triển của bộ não là một tai nạn trong tiến hóa. Ông đồng tình với Stephen Jay Gould rằng nếu bạn có thể quay ngược cuộn băng sự sống, đủ để tới thuở bình minh của loài vượn người, thì khá nhiều khả năng người hiện đại hoặc bất cứ loài nào tương tự có thể sẽ không còn ở đây nữa.

Ông nói, "con người khó mà chấp nhận sự thật là chúng ta thực ra chẳng phải là thành quả của điều cao siêu gì. Loài người luôn hão huyền tưởng rằng tiến hóa là cả một quá trình, được sắp đặt trước để tạo ra họ. Đến tận thập niên 1970, các nhà nhân chủng học vẫn nghĩ như vậy." Thực tế, đến tận năm 1991, trong cuốn sách nổi tiếng *Stages of Evolution* [tạm dịch: *Các giai đoạn tiến hóa*], C. Loring Brace vẫn kiên trì ủng hộ một quá trình tiến hóa tuyến tính, cho rằng chỉ có một ngõ cụt tiến hóa dành cho vượn người phương Nam mạnh mẽ. Những giống loài khác chỉ là một tiến trình thẳng băng – riêng loài thuộc họ người cầm trên tay một chiếc gậy tiến hóa, truyền cho các thế hệ sau trẻ, khỏe hơn. Tuy nhiên, gần như chắc chắn thường có những loài đã đi trên những con đường mòn không dẫn đến đâu.

Chúng ta đã gặp đủ mọi may mắn vì bắt đầu từ một nhóm sinh vật biết sử dụng công cụ, nguồn gốc không rõ ràng, rồi đột nhiên xuất hiện đan chéo với *người khéo léo* đầy tranh cãi. Đó chính là *người đứng thẳng*, đã được Eugène Dubois phát hiện tại Java vào năm 1891. Tùy thuộc vào nguồn số liệu tham khảo, loài này tồn tại từ khoảng 1,8 triệu năm trước cho mãi đến gần 20.000 năm về trước.

Theo tác giả cuốn *Java Man*, *người đứng thẳng* là một gạch chia: tất cả những sinh vật trước đó sẽ có đặc điểm giống vượn và sau đó sẽ giống người. Chúng là sinh vật đầu tiên biết săn bắt, sử dụng lửa và các công cụ phức tạp. Đó cũng là loài đầu tiên biết sử dụng lán trại và chăm sóc những con già yếu. So với các loài trước đó, thì loài này vừa giống người về thể chất lại vừa có nhân tính, chúng có chi dài và rất khỏe (hơn người hiện đại rất nhiều), cộng với sự thông minh đã giúp chúng phát triển mạnh mẽ trên mọi khu vực. So với các loài vượn người khác, thì *người đứng thẳng* rất lớn, mạnh mẽ, đông đảo và thông minh. Não của chúng phát triển đến

mức độ cao nhất lúc bấy giờ.

Theo Alan Walker của Đại học Penn, *người đứng thẳng* là các thợ săn của thời đó. Nếu nhìn vào mắt chúng, có vẻ đó là một con người, nhưng "bạn không phải họ hàng của chúng và sẽ lập tức trở thành con mồi". Cũng theo Walker, chúng có cơ thể của một người lớn và trí não của trẻ em.

Mặc dù *người đứng thẳng* đã được biết đến một thế kỷ, vẫn chỉ có các hóa thạch như các mảnh xương vụn và chưa đủ tạo thành một bộ xương hoàn chỉnh. Phải đến những năm 1980, khi có những phát hiện bất ngờ ở châu Phi, người ta mới nhận thức được đó chính là tổ tiên của loài người hiện đại. Thung lũng hẻo lánh của hồ Turkana (trước đây là hồ Rudolf) ở Kenya hiện là một trong những nơi phát hiện được nhiều xương người cổ nhất trên thế giới, song trước đó, người ta không hề chú ý đến vùng này. Chỉ vì chuyến bay của Richard Leakey đã bị đổi hướng, và bay qua vùng này, nên ông chợt nghĩ nó có thể có tiềm năng. Một đội tìm kiếm đã được cử đến, nhưng ban đầu không thấy gì. Sau đó, cuối buổi chiều, Kamoya Kimeu, thợ săn hóa thạch cừ khôi nhất của Leakey, đã tìm thấy một mảnh xương lông mày của sinh vật họ người trên một ngọn đồi cách xa hồ. Đội của ông đã tiếp tục đào bới vì tin tưởng vào bản năng của Kimeu và thật ngạc nhiên, họ tìm thấy một bộ xương *người đứng thẳng* gần như hoàn chỉnh. Đó là xương một cậu bé khoảng 9 đến 12 tuổi đã chết cách đây 1,54 triệu năm. Bộ xương có cấu trúc giống hệt người hiện đại, cậu bé Turkana chắc chắn là một trong số chúng ta.

KNM-ER 1808, một phụ nữ 1,7 triệu năm tuổi, cũng được Kimeu tìm thấy ở hồ Turkana, đã mang lại cho giới khoa học một cái nhìn thú vị về *người đứng thẳng*. Xương của người này bị biến dạng và tăng trưởng thô, hậu quả của một căn bệnh vô cùng đau đớn mà người ta gọi là rối loạn thừa vitamin A, do ăn quá nhiều gan của động vật ăn thịt. Điều này trước tiên cho thấy rằng *người đứng thẳng* là động vật ăn thịt. Ngạc nhiên hơn nữa, dựa vào mức tăng trưởng, người ta kết luận rằng người phụ nữ này đã sống chung với căn bệnh nhiều tuần, thậm chí nhiều tháng. Rõ ràng đã có người chăm sóc cho cô ta. Đó là dấu hiệu đầu tiên về nhân tính trong quá trình tiến hóa của họ người.

Người ta còn phát hiện ra rằng não *người đứng thẳng* còn có (hoặc, có thể có) vùng Broca, một vùng ngôn ngữ ở thùy não trái. Tinh tinh không có đặc điểm này. Alan Walker tin các ống tủy sống không đủ lớn và phức tạp để tạo ra tiếng nói, và *người đứng thẳng* chỉ giao tiếp như loài tinh tinh hiện đại. Nhiều người khác, trong

đó có Richard Leakey, thì cho rằng chúng có thể nói được.

Đã có lúc *người đứng thẳng* là sinh vật họ người duy nhất. Chúng mạo hiểm chưa từng thấy và phát triển với tốc độ chóng mặt. Các dấu vết hóa thạch, nếu được hiểu theo nghĩa đen, cho thấy một số cá nhân đã đến Java cùng thời điểm, hoặc trước khi các sinh vật họ người rời châu Phi. Điều này khiến một số nhà khoa học nhiều ý tưởng cho rằng loài người hiện đại có thể có nguồn gốc châu Á thay vì châu Phi, mặc dù chưa có loài tiền thân nào được phát hiện ngoài châu Phi. Họ người châu Á cũng xuất hiện đồng thời. Dù sao, gốc gác châu Á chỉ làm đảo lộn vấn đề về sự di chuyển: bạn sẽ giải thích ra sao về việc người Java lại đến được châu Phi nhanh như vậy.

Có nhiều cách giải thích hợp lý cho việc làm thế nào *người đứng thẳng* có thể xuất hiện ở châu Á nhanh chóng. Trước hết, có một khoảng dao động lớn trong cách xác định niên đại của người cổ. Nếu tuổi thật của xương *người đứng thẳng* châu Phi ở đỉnh khoảng dao động và người vượn châu Á ở đáy khoảng đó, rõ ràng *người đứng thẳng* châu Phi sẽ có thêm rất nhiều thời gian tìm đường đến châu Á. Cũng hoàn toàn có thể còn rất nhiều xương *người đứng thẳng* sớm hơn chưa được tìm thấy ở châu Phi. Hơn nữa, niên đại Java có thể không chính xác.

Chỉ có một điều chắc chắn là khoảng hơn 1 triệu năm trước, các sinh vật đứng thẳng hiện đại đã bắt đầu rời châu Phi và đi khắp thế giới. Vùng sinh sống của họ tăng trung bình 40km mỗi năm, qua rất nhiều dãy núi cao, sông sâu, sa mạc, cùng vô số trở ngại khác, cộng với sự khác biệt về khí hậu và thức ăn. Làm thế nào họ có thể di chuyển dọc theo phía Tây của Biển Đỏ, một khu vực nổi tiếng khô cằn khốc liệt, mà trong quá khứ còn khốc liệt hơn. Chính những hoàn cảnh buộc chúng phải rời châu Phi lại càng khiến cho sự ra đi trở nên khó khăn hơn. Tuy nhiên, bằng cách nào đó, họ vẫn tìm được con đường đến những vùng đất mới.

Đó là điểm dừng cho mọi tranh luận. Điều gì sẽ xảy ra tiếp theo trong lịch sử loài người vẫn là một cuộc tranh luận dài, như ta sẽ thấy trong chương tiếp theo.

Trước khi ta chuyển qua câu chuyện khác, hãy nhớ rằng sau dòng chảy tiến hóa hơn 5 triệu năm đó, từ vượn người phương Nam đến loài người hiện đại, đã tạo ra một sinh vật với 98,4% gen giống loài tinh tinh. Thậm chí, sự khác biệt về gen giữa loài ngựa và ngựa vằn, loài cá heo và cá heo mỏ còn nhiều hơn giữa chúng ta và các sinh vật lông lá mà tổ tiên xa xôi của chúng ta bỏ lại phía

sau khi lên đường thống trị thế giới.

29

Loài dã nhân hiếu động

Khoảng 1,5 triệu năm trước, một số thiên tài bị lãng quên của họ người đã làm một việc không ai ngờ tới. Anh ta (hoặc rất có thể là cô ta) đã nhặt một hòn đá và cẩn thận dùng nó để tạo hình cho một hòn đá khác. Kết quả là một chiếc rìu tay hình giọt nước đã ra đời, tuy rất thô sơ nhưng đó chính là công nghệ tiên tiến đầu tiên trên thế giới.

Chiếc rìu thật sự vượt trội so với các công cụ thô sơ bấy giờ, vì vậy ngay sau đó, những người khác cũng bắt chước và làm ra những chiếc rìu tay của riêng mình. Cuối cùng, toàn xã hội dường như không làm gì khác. "Họ chế ra hàng nghìn chiếc rìu như vậy," Ian Tattersall nói. "Có một số nơi ở châu Phi, bạn không thể đi lại mà không dẫm lên chúng theo nghĩa đen. Thật lạ bởi vì chúng không dễ chế tạo. Như thể họ làm ra chúng chỉ đơn thuần cho vui."

Từ một chiếc kệ trong phòng làm việc đầy nắng của mình, Tattersall lấy xuống một khuôn đúc lớn và đưa cho tôi, nó phải dài tới nửa mét và có lẽ điểm rộng nhất lên tới 20cm. Nó có hình như đầu một ngọn giáo nhưng có kích thước bằng một viên đá lát. Vì được làm từ sợi thủy tinh nên nó chỉ nặng vài chục gam, còn bản gốc được phát hiện ở Tanzania nặng tới 11kg. "Hoàn toàn không thể dùng nó như một công cụ," Tattersall nói. "Phải cần hai người mới có thể nhấc nó lên, và thậm chí khi đã nhấc lên được rồi thì việc dùng nó đập bất cứ thứ gì cũng đủ khiến người ta kiệt sức."

"Vậy rốt cuộc nó được dùng làm gì?"

Tattersall nhún vai một cách vui vẻ và hài lòng với bí ẩn của đồ vật này. "Tôi cũng không biết. Chắc hẳn nó có một ý nghĩa biểu tượng quan trọng, nhưng đó cũng mới chỉ là phán đoán mà thôi."

Những chiếc rìu đã được biết đến như công cụ của người Acheul, đặt theo tên của St Acheul, một vùng ngoại ô của Amiens ở miền Bắc nước Pháp, nơi những mẫu vật đầu tiên được tìm thấy vào thế kỷ XIX. Chúng khác với công cụ cũ, thô sơ hơn là Oldowan, vốn được tìm thấy ở Olduvai Gorge, Tanzania. Trong các sách giáo khoa cũ, công cụ Oldowan thường được mô tả là cùn, tròn, làm từ đá cỡ vừa tay. Thực tế, các nhà cổ nhân chủng học hiện nay có xu hướng cho rằng các bộ phận của công cụ đá Oldowan vốn là mảnh vỡ từ các tảng đá lớn hơn và có thể được dùng để cắt.

Bây giờ chúng ta sẽ nói về điều bí ẩn ở đây. Khi những *người hiện đại* đầu tiên – những người cuối cùng sẽ trở thành chúng ta – bắt đầu rời châu Phi khoảng 100.000 năm trước, các công cụ Acheul là công nghệ được lựa chọn khi ấy. Những *người hiện đại* đầu tiên này rất yêu thích các công cụ Acheul. Họ mang chúng theo tới những nơi rất xa. Đôi khi, họ còn đem theo những hòn đá thô để sau đó chế thành các công cụ. Nói ngắn gọn, họ rất yêu công nghệ. Mặc dù công cụ Acheul đã được tìm thấy rải rác khắp châu Phi, châu Âu, phía Tây và Trung Á, nhưng chúng lại chưa từng được phát hiện ở Viễn Đông. Điều này quả là khó hiểu.

Vào thập kỷ 1940, Hallum Movius, nhà cổ nhân chủng học tại Đại học Harvard, đã vẽ một đường mà ông gọi là Movius, phân chia khu vực xuất hiện các công cụ Acheul và khu vực còn lại. Đường Movius chạy theo hướng đông nam xuyên qua châu Âu và Trung Đông đến các vùng lân cận của vùng ngày nay là Calcutta và Bangladesh. Nằm ngoài đường Movius, gồm toàn bộ Đông Nam Á và Trung Quốc, người ta chỉ tìm thấy các công cụ Oldowan cũ và thô sơ hơn. Ai cũng biết rằng *người hiện đại* đã vượt xa điểm này, vậy vì sao họ lại mang theo công nghệ chế tác đá tiên tiến và quý giá tới rìa khu vực Viễn Đông rồi bỏ mặc nó tại đây?

“Điều đó khiến tôi bối rối suốt một thời gian dài,” Alan Thorne đến từ Đại học quốc gia Australia ở Canberra nhớ lại. “Toàn bộ thuyết nhân chủng học hiện đại được xây dựng trên giả thuyết rằng loài người đã rời khỏi châu Phi theo hai đợt – đầu tiên là đợt di chuyển của *người đứng thẳng*, sau này trở thành người Java, người Bắc Kinh, v.v.. và sau đó là đợt di chuyển muộn với quy mô lớn hơn của *người hiện đại*. Để chấp nhận điều đó, trước hết bạn phải tin là *người hiện đại* đã tiến rất xa nhờ công nghệ tiên tiến của họ và sau đó, vì một nguyên nhân nào đó, đã từ bỏ công nghệ này. Mọi thứ thật khó giải thích, ít ra là như vậy.”

Hóa ra, còn một vấn đề lớn khác cũng cần được giải mã, và một trong các phát hiện khó hiểu nhất sẽ đến từ thế giới của Thorne,

vùng đất xa xôi hẻo lánh của Australia. Vào năm 1968, khi nhà địa chất Jim Bowler đang khảo sát lòng hồ Mungo vốn đã cạn khô từ lâu thuộc vùng đất khô cằn và biệt lập ở phía Tây New South Wales, một điều rất bất thường đã thu hút sự chú ý của ông. Nhô ra khỏi một đụn cát hình bán nguyệt là những mảnh xương người. Vào thời đó, người ta cho rằng loài người tồn tại ở Australia trong khoảng chưa đầy 8.000 năm, nhưng hồ Mungo đã khô cạn suốt 12.000 năm. Vậy những con người đó đã làm gì để có thể tồn tại ở một nơi thật sự khắc nghiệt như vậy?

Nhờ giám định cácbon, chúng ta đã có câu trả lời: chủ nhân của các hài cốt tại hồ Mungo thật sự đã từng sống ở đó, nhưng vào thời điểm môi trường nơi đây dễ chịu hơn nhiều: dài 20km, chứa đầy nước và cá, bao quanh bởi những rặng phi lao. Trước sự kinh ngạc của tất cả mọi người, các mảnh xương qua xét nghiệm hóa ra đã 23.000 năm tuổi. Các mảnh khác được tìm thấy gần đó còn cho kết quả khoảng 60.000 năm tuổi. Điều này gây bất ngờ đến mức khó tin. Từ khi con người bắt đầu xuất hiện trên Trái Đất, Australia vẫn luôn là một hòn đảo. Bất cứ ai muốn đến đó chắc chắn phải đi bằng đường biển và phải có đủ số lượng nhất định để gây dựng một cộng đồng sinh sôi được, sau khi vượt qua 100km đường biển hoặc dài hơn thế mà không hề biết có một bến đỗ thuận tiện hơn nhiều đang chờ họ. Sau khi cập đất liền, những người Mungo đã vượt chặng đường bộ dài hơn 3.000km dẫn từ bờ biển phía bắc Australia – nơi được cho là điểm khởi đầu. Theo một báo cáo trong *Kỷ yếu của Viện hàn lâm Khoa học Quốc gia*, điều đó cho thấy con người đã đặt chân lên đây sớm hơn cả 60.000 năm trước.

Làm thế nào và tại sao họ đến đó vẫn là những câu hỏi không lời đáp. Theo tài liệu của đa số các nhà nhân chủng học, không có bằng chứng nào cho thấy cách đây sáu vạn năm con người biết nói, chứ chưa kể đến việc thực hiện các công việc chung cần thiết để tạo ra thuyền bè có khả năng đi biển và chiếm giữ các lục địa đảo.

Khi gặp tôi ở Canberra, Alan Thorne đã nói: "Có rất nhiều điều chúng ta không biết về sự di cư của loài người trước khi được lịch sử ghi lại. Anh có biết vào thế kỷ XIX khi các nhà nhân chủng học lần đầu tới Papua New Guinea, họ bắt gặp người dân ở vùng cao nguyên nội địa, đó là một trong những vùng khó tiếp cận nhất trên Trái Đất, đang trồng khoai lang. Khoai lang có nguồn gốc từ Nam Mỹ. Vậy họ đã làm thế nào để đưa chúng tới Papua New Guinea? Chúng tôi không biết, ngay cả một giả thuyết cũng không thể đưa ra. Điều chắc chắn là con người đã di chuyển từ lâu hơn

chúng ta thường nghĩ, và có thể chắc chắn họ đã chia sẻ nguồn gen cũng như thông tin trong quá trình ấy."

Như mọi khi, vấn đề luôn là bằng chứng hóa thạch. "Rất ít nơi trên thế giới phù hợp để bảo quản lâu dài xương người," Thorne, người đàn ông với đôi mắt tinh anh, chòm râu dê bạc, sôi nổi nhưng cũng rất thân thiện, nói tiếp. "Nếu không nhờ các khu vực chứa nhiều hóa thạch như Hadar và Olduvai ở phía đông châu Phi thì những gì chúng ta biết sẽ ít đến mức đáng sợ. Nếu nhìn ra những nơi khác, anh sẽ thấy thật sự là như vậy. Trên toàn Ấn Độ, chúng ta chỉ thu được một hóa thạch người cổ có niên đại khoảng 300.000 năm. Trong khoảng cách 5.000km giữa Iraq và Việt Nam, chúng ta chỉ tìm thấy hai hóa thạch: một ở Ấn Độ và một hóa thạch người Neandertal ở Uzbekistan."

Ông mỉm cười. "Đó vẫn chưa phải là toàn bộ khối lượng công việc mà chúng tôi đã phải làm. Anh hãy hình dung tình trạng chỉ có rất ít nơi có thể khai quật được hóa thạch người, chẳng hạn thung lũng Great Rift ở châu Phi hay Mungo ở Australia, còn lại không đáng kể. Vì vậy, không có gì ngạc nhiên khi các nhà cổ sinh vật học gặp khó khăn trong việc kết nối các dữ kiện tìm được."

Lý thuyết truyền thống về sự di cư của loài người, đến nay vẫn được đa số các nhà khoa học trong giới chấp nhận, là loài người đã phân tán khắp lục địa Á-Âu theo hai đợt. Đợt đầu tiên của của *người đứng thẳng* – họ rời châu Phi khoảng hai triệu năm trước, khoảng ngay sau khi hình thành giống loài. Theo thời gian, *người đứng thẳng* định cư tại các vùng khác nhau, dần tiến hóa thành hai loại riêng biệt: người Java và người Bắc Kinh ở châu Á; người Heidelberg, sau này trở thành người Neandertal, ở châu Âu.

Sau đó, khoảng hơn 100.000 năm trước, một loài sinh vật thông minh và khéo léo hơn – tổ tiên của chúng ta ngày nay – xuất hiện ở vùng đồng bằng châu Phi và bắt đầu di cư đến các nơi khác trong đợt thứ hai. Theo lý thuyết này, ở mọi nơi họ đi qua, loài *người hiện đại* đã thay thế những tiền bối chậm chạp, kém thông minh. Sự thay thế diễn ra như thế nào luôn là vấn đề gây tranh cãi. Người ta chưa từng tìm thấy dấu vết giết chóc nào, vì vậy hầu hết mọi người tin rằng giống người cũ đã bị đào thải dần do yếu thế, cho dù có thể còn các nguyên nhân khác. Tattersall cho rằng, "Có thể họ đã bị bệnh đậu mùa. Nhưng không có cách nào biết được. Điều chắc chắn là hiện tại chúng ta đang ở đây, còn họ thì không."

Điều đáng ngạc nhiên khi những *người hiện đại* đầu tiên thật sự

vẫn là một ẩn số. Dù nghe có vẻ khó hiểu, chúng ta biết rất ít về chính mình, chỉ như những gì chúng ta biết về đa số các họ người khác. Điều này thật kì lạ như Tattersall nhận định, "dấu mốc lớn gần đây nhất về sự tiến hóa của loài người – sự xuất hiện của chính loài của chúng ta – có lẽ lại mơ hồ nhất." Thậm chí, người ta không hoàn toàn nhất trí về nơi mà loài người thật sự hiện đại xuất hiện đầu tiên qua các bằng chứng hóa thạch. Nhiều cuốn sách đưa ra thời điểm vào khoảng 120.000 năm trước tại một di chỉ ở cửa sông Klasies thuộc Nam Phi, nhưng không phải ai cũng đồng ý rằng đây đúng là *người hiện đại*. Tattersall và Schwartz khẳng định "liệu ai trong số họ hoặc tất cả họ có thật sự là loài của chúng ta hay không thì vẫn đang chờ được làm sáng tỏ."

Sự xuất hiện bất khả tranh cãi đầu tiên của *người hiện đại* là ở phía đông Địa Trung Hải, gần Israel ngày nay, vào khoảng 100.000 năm trước. Nhưng thậm chí tại đây, những hóa thạch vẫn bị (Trinkaus và Shipman) mô tả là kỳ quặc, khó phân loại và ít được biết đến. Người Neandertal đã định cư rộng rãi tại khu vực này và làm ra bộ công cụ Mousterian mà *người hiện đại* cảm thấy đáng để kế thừa. Chưa có hóa thạch nào của người Neandertal được tìm thấy ở Bắc Phi, nhưng người ta đã khai quật được các công cụ của họ khắp khu vực này. Nếu có ai đó mang chúng đến, thì đó chỉ có thể là *người hiện đại*. Người ta còn cho rằng người Neandertal và *người hiện đại* cùng sống ở Trung Đông suốt hàng chục nghìn năm. "Chúng tôi không biết liệu họ có cùng xuất hiện tại một thời điểm và địa điểm, hoặc thật sự chung sống hay không", Tattersall nói, song *người hiện đại* vẫn sử dụng công cụ của người Neandertal một cách vui vẻ – chưa có bất cứ bằng chứng nào cho thấy sự áp chế. Điều gây tò mò không kém là các công cụ Acheul xuất hiện ở Trung Đông khoảng hơn 1 triệu năm trước, nhưng gần như không xuất hiện ở châu Âu cho tới khoảng 300.000 năm trước. Một lần nữa, nguyên nhân những người nắm trong tay các công cụ tiên tiến lại không mang chúng theo vẫn là bí ẩn.

Trong một thời gian dài, người ta tin rằng người Cro- Magnon, được xem như giống người châu Âu hiện đại, đã lấn át người Neandertal khi tràn vào lục địa, và cuối cùng ép họ co lại rìa phía tây của lục địa, nơi về cơ bản họ không có lựa chọn nào khác ngoài nhảy xuống biển hoặc tuyệt chủng. Thực tế, ngày nay người ta biết rằng người Cro-Magnon đã sống ở vùng viễn tây của châu Âu cùng thời điểm họ di cư vào từ phía đông. "Thời gian này, châu Âu tương đối trống trải," Tattersall nói, "có thể họ không hề gặp nhau trong suốt thời gian đó, cả khi đến và đi." Điều khiến chúng ta tò mò về sự xuất hiện của người Cro- Magnon là nó xảy ra trong thời kỳ được giới cổ khí hậu học gọi là quãng nghỉ Boutellier, khi châu

Âu đang chuyển từ giai đoạn tương đối ôn hòa sang giai đoạn lạnh khủng khiếp kéo dài. Dù vì gì mà họ di cư tới châu Âu, chắc chắn không phải là do thời tiết đẹp.

Dù thế nào, ý tưởng rằng người Neandertal bị chèn ép trong cuộc cạnh tranh với chủng người Cro-Magnon mới đến có phần thiếu bằng chứng. Nếu không dẻo dai, thì người Neandertal đã không thể tồn tại. Trong suốt hàng chục nghìn năm, họ đã sống trong những hoàn cảnh khắc nghiệt mà không một *người hiện đại* nào, trừ một vài nhà khoa học và nhà thám hiểm địa cực, từng trải nghiệm.

Ở đỉnh điểm của kỷ Băng hà, những trận bão tuyết cùng gió lốc mạnh cực kỳ phổ biến. Nhiệt độ thường xuống đến mức -45°C. Gấu bắc cực sống rải rác khắp các thung lũng phủ trắng tuyết ở miền Nam nước Anh. Theo lẽ tự nhiên, người Neandertal sẽ tìm cách tránh những thời kỳ tồi tệ nhất, dù họ vẫn phải chống chọi với thời tiết rất khắc nghiệt, ít nhất cũng ngang với mùa đông ở Siberia hiện nay. Họ đã rất khổ sở, chắc chắn là như vậy – một người Neandertal sống quá 30 tuổi đã là cực kỳ may mắn – nhưng họ là một giống người có sức sống tuyệt vời và không bị khuất phục. Họ đã tồn tại ít nhất 100.000 năm, có thể gấp đôi, trên một khu vực trải dài từ Gibraltar đến Uzbekistan, một khoảng thời gian có thể xem là thành công đối với bất cứ loài nào.

Việc họ là ai, trông họ như thế nào thật sự vẫn là chủ đề gây tranh cãi và không chắc chắn. Cho đến giữa thế kỷ XX, quan điểm nhân chủng học được chấp nhận về người Neandertal là họ nhỏ bé, gù lưng, đi lê chân và giống khỉ – tinh hoa của những người tối cổ sống trong hang động. Phải đến khi một tai nạn thương tâm xảy ra, các nhà khoa học mới xem xét lại quan điểm này. Năm 1947, trong khi tiến hành nghiên cứu thực địa trên sa mạc Sahara, nhà cổ sinh vật học người Pháp – Algeria, Camille Arambourg đã ngồi dưới cánh của máy bay để tránh ánh nắng gay gắt của buổi trưa. Một bánh xe đột nhiên phát nổ, khiến máy bay nghiêng, giáng một đòn lên phần cơ thể phía trên của ông. Trở về Paris, ông đi chụp X-quang phần cổ và nhận thấy cột sống của mình có cấu tạo giống hệt với cột sống của người Neandertal vốn bị xem là gù lưng, vụng về. Đó có thể là cấu trúc sinh lý bẩm sinh của ông, hoặc hình dáng của người Neandertal trước nay vẫn bị mô tả sai. Thực tế đã chứng minh giả thiết sau là đúng. Cột sống của người Neandertal hoàn toàn không giống khỉ. Điều này đã làm thay đổi hoàn toàn quan niệm của chúng ta về họ – nhưng có lẽ chỉ là tạm thời.

Người ta vẫn thường cho rằng người Neandertal không đủ thông minh và dẻo dai để cạnh tranh được với chủng người hiện đại mới xuất hiện, vốn nhỏ và lanh lợi hơn. Sau đây là một nhận xét tiêu biểu trích từ một cuốn sách mới xuất bản: "*Người hiện đại* đã vô hiệu hóa lợi thế này [sức mạnh cơ bắp vượt trội của người Neandertal] nhờ quần áo tốt hơn, lửa ấm và nơi ở an toàn hơn; trong khi đó người Neandertal bị mắc kẹt với thân hình to quá khổ cùng nhu cầu lớn về thức ăn để duy trì sự sống." Nói cách khác, chính các nhân tố giúp họ sống sót thành công trong suốt 100.000 năm bỗng trở thành một trở ngại lớn đến mức không thể vượt qua.

Tuy vậy, vấn đề mấu chốt ít khi được đề cập là thể tích não của người Neandertal lớn hơn đáng kể so với của người hiện đại – theo một tính toán, não của người Neandertal có thể tích 1,8 lít trong khi của *người hiện đại* là 1,4 lít. Sự khác biệt này còn lớn hơn sự khác biệt giữa *người hiện đại* và *người đứng thẳng* thời kỳ cuối, một chủng loài mà chúng ta vui mừng xem như đã có tính người. Lập luận được đưa ra là tuy bộ não của chúng ta nhỏ hơn nhưng nó hoạt động hiệu quả hơn nhờ một cơ chế nào đó. Tôi tin mình nói đúng khi nhận xét rằng không có vấn đề nào khác về quá trình tiến hóa của loài người lại xuất hiện một cuộc tranh luận tương tự.

Bạn có thể hỏi tôi rằng, nếu người Neandertal to lớn, dễ thích nghi và tinh khôn đến vậy, thì tại sao họ lại tuyệt chủng? Có một khả năng (gây nhiều tranh cãi) là họ vẫn đang tồn tại. Alan Thorne là một trong những người tiên phong ủng hộ học thuyết thay thế, được gọi là học thuyết đa khu vực, cho rằng sự tiến hóa của con người là liên tục – chi *vượn người phương Nam* tiến hóa thành *người khéo léo*, và *người Heidelberg* theo thời gian sẽ tiến hóa thành *người Neandertal*, còn *người hiện đại* đơn giản là tiến hóa từ các loài người cổ đại hơn. Theo đó, người đứng thẳng không phải một loài riêng biệt mà chỉ là một giai đoạn chuyển tiếp. Như vậy, người Trung Quốc hiện đại có tổ tiên là *người đứng thẳng* cổ đại ở Trung Quốc, người châu Âu hiện đại có nguồn gốc từ *người đứng thẳng* cổ đại ở châu Âu, cứ như vậy. "Trừ việc tôi cho rằng không có người đứng thẳng," Thorne nói. "Đó là một thuật ngữ đã hết tính hữu dụng. Với tôi, *người đứng thẳng* chỉ đơn giản là giai đoạn trước của chúng ta. Tôi tin rằng chỉ có duy nhất một loài người từng rời châu Phi, và đó chính là *người hiện đại*."

Những người phản đối thuyết đa khu vực ngay lập tức chối bỏ nó bằng lập luận rằng thuyết này đòi hỏi mức độ tiến hóa song song phi lý trên khắp Cựu Thế giới – ở châu Phi, Trung Quốc, châu Âu,

những hòn đảo xa xôi nhất của Indonesia, bất cứ nơi nào con người xuất hiện. Một số người còn cho rằng học thuyết đa khu vực cổ súy cho sự phân biệt chủng tộc mà chính các nhà nhân chủng học đã phải mất một thời gian dài để thoát ra. Trong những năm đầu thập niên 1960, nhà nhân chủng học nổi tiếng của Đại học Pennsylvania, Carleton Coon, cho rằng một số chủng tộc hiện đại có nguồn gốc khác nhau, hàm ý một số người trong chúng ta có nguồn gốc ưu việt so với những người khác. Điều này gợi liên tưởng không tốt tới ý niệm trước đây rằng một số chủng tộc hiện đại như thổ dân Bushmen ở châu Phi (chính xác là Kalahari San) và thổ dân *Aborigine* ở châu Úc là nguyên thủy hơn những chủng người khác.

Cho dù cá nhân Coon thật sự nghĩ thế nào, thì nhiều người vẫn cho rằng ngụ ý của ông là một số chủng tộc thừa hưởng những đặc tính ưu trội hơn, và một số nhóm người cơ bản có thể tạo thành các loài khác nhau. Hiện nay, quan điểm này bị công kích rất gay gắt, nhưng nó từng phổ biến ở nhiều diễn đàn nghiêm túc cho mãi đến khá gần đây. Trước mắt tôi là một cuốn sách nổi tiếng được Nhà xuất bản Time-Life phát hành vào năm 1961 có đề *The Epic of Man* [tạm dịch: *Thiên hùng ca Con người*], được viết dựa trên một loạt các bài báo trên tạp chí *Life*. Trong đó bạn có thể tìm thấy những ý kiến như: "Người Rhodesia... sống cách đây ít nhất 25.000 năm và có thể là tổ tiên của người da đen châu Phi. Kích thước bộ não của họ gần bằng của *người hiện đại*." Nói cách khác, người da đen châu Phi chỉ mới tiến hóa gần đây từ các sinh vật "gần giống" loài *người hiện đại*.

Thorne dứt khoát (và tôi tin ông chân thành) bác bỏ những quy kết rằng học thuyết của ông mang tính phân biệt chủng tộc trên bất cứ phương diện nào, và lý giải cho tính thống nhất của quá trình tiến hóa của con người bằng việc từng có rất nhiều luồng di chuyển và giao thoa giữa các nền văn hóa và khu vực. "Không có lý do gì để giả định rằng con người chỉ đi theo một hướng," ông nói. "Con người đã đi khắp nơi, và ở những nơi họ gặp nhau họ gần như chắc chắn đã có sự trao đổi vật chất di truyền thông qua giao phối. Những người mới đến không thay thế mà *cùng sống* với dân bản địa. Họ hòa lẫn vào nhau." Ông so sánh tình huống này giống như khi các nhà thám hiểm Cook hay Magellan lần đầu tiên bắt gặp thổ dân. "Đó không phải cuộc gặp gỡ của các loài khác biệt, mà của cùng một loài, nhưng với một số đặc điểm thể chất khác biệt."

Thorne khẳng định, những gì bạn thật sự nhìn thấy trong các hóa thạch là một quá trình biến đổi liên tục và trơn tru. "Có một hộp

sọ nổi tiếng từ Petralona ở Hy Lạp, với niên đại khoảng 300.000 năm, đã từng là chủ đề gây tranh cãi giữa những người theo chủ nghĩa truyền thống vì nó có vẻ là của *người đứng thẳng*, nhưng cũng có nhiều điểm giống với *người hiện đại*. Vâng, chúng tôi nói rằng đây chính là những gì người ta sẽ tìm thấy ở các loài đã tiến hóa chứ không phải bị thay thế."

Có thể giải quyết các vấn đề này qua bằng chứng về sự giao phối. Tuy nhiên, không phải lúc nào cũng dễ dàng để chứng minh hay bác bỏ nếu chỉ dựa vào các hóa thạch. Năm 1999, các nhà khảo cổ học ở Bồ Đào Nha tìm thấy bộ xương của một đứa trẻ khoảng bốn tuổi đã chết cách đây 24.500 năm. Xét về tổng thể, bộ xương mang các đặc điểm của *người hiện đại*, nhưng lại mang một số đặc điểm của người cổ đại, có thể là người Neandertal: xương chân to khỏe bất thường, răng kiểu xẻng xúc và (mặc dù không phải tất cả mọi người đồng ý về nó) một vết lõm nơi mặt sau của hộp sọ được gọi là một hố siêu inion, đặc thù của người Neandertal. Erik Trinkaus đến từ Đại học Washington ở St Louis, cơ quan nghiên cứu hàng đầu về người Neandertal, đã tuyên bố đứa trẻ là con lai: minh chứng của việc *người hiện đại* và người Neandertal đã lai giống với nhau. Tuy nhiên, những người khác băn khoăn tại sao các đặc điểm của người Neandertal và *người hiện đại* không pha trộn nhiều hơn. Một nhà phê bình đã nhận định: "Nếu quan sát một con la, bạn không thể thấy nửa đầu của nó trông như một con lừa và nửa sau giống một con ngựa."

Ian Tattersall tuyên bố đây chỉ đơn thuần là một đứa trẻ hiện đại chắc mập. Ông đồng ý rằng cũng có thể đã xảy ra "chuyện này nọ" giữa người Neandertal và *người hiện đại*, nhưng không tin rằng nó có thể dẫn đến sự sinh sản thành công.[1] "Tôi chưa từng biết hai sinh vật nào thuộc hai khu vực sinh học khác biệt đến vậy mà vẫn được xem là cùng loài," ông nói.

1· Có khả năng là người Neandertal và người Cro-Magnon có số nhiễm sắc thể khác nhau, sẽ có biến chứng phát sinh khi hai loài gần nhưng không hoàn toàn giống hệt giao phối với nhau. Ví dụ, ngựa có 64 nhiễm sắc thể và lừa có 62. Kết hợp chúng và bạn sẽ có một con lai với số nhiễm sắc thể vô dụng về mặt sinh sản là 63. Nói cách khác bạn có một con la vô sinh.

Với các mẫu hóa thạch vô ích đó, các nhà khoa học đã chuyển qua hướng nghiên cứu nhiều hơn về mặt di truyền học, đặc biệt về ADN ti thể. ADN ti thể mới được phát hiện vào năm 1964, nhưng vào thập kỷ 1980, một số học giả uyên bác tại Đại học California, Berkeley đã phát hiện ở nó hai tính chất khiến nó có tính năng đặc

biệt như một loại đồng hồ phân tử: nó chỉ được di truyền theo dòng mẹ, nên ở mỗi thế hệ mới nó không bị lẫn lộn với ADN của bên cha, và tốc độ đột biến của nó nhanh gấp khoảng hai mươi lần so với ADN hạt nhân thông thường, nên việc phát hiện và lần theo kiểu di truyền trở nên dễ dàng hơn qua thời gian. Nhờ theo dõi tỷ lệ đột biến, họ có thể lần ra lịch sử di truyền và các mối quan hệ của toàn bộ nhóm người.

Năm 1987, nhóm nghiên cứu Berkeley do Allan Wilson đứng đầu đã tiến hành phân tích ADN ti thể của 147 cá nhân, và tuyên bố sự xuất hiện của *người hiện đại* ở châu Phi trong 140.000 năm trước và "tất cả con người ngày nay đều có nguồn gốc từ những người đó." Quan điểm này lúc đầu đã giáng một đòn mạnh lên học thuyết đa khu vực. Nhưng sau đó người ta bắt đầu xem xét các dữ liệu kỹ lưỡng hơn. Một trong những điểm bất thường nhất – gần như quá bất thường để có thể thật sự tin tưởng – là cụm từ "người châu Phi" được dùng trong nghiên cứu này thực chất chỉ người Mỹ gốc Phi, trong khi gen của họ đã bị trung hòa đáng kể trong suốt mấy trăm năm qua. Sự nghi ngờ về tỷ lệ đột biến giả cũng sớm nổi lên.

Đến năm 1992, nghiên cứu này đã bị mất uy tín trên diện rộng, song các kỹ thuật phân tích di truyền tiếp tục được hoàn thiện. Vào năm 1997, các nhà khoa học của Đại học Munich đã tiến hành trích xuất và phân tích một số ADN từ xương cánh tay của một người Neandertal nguyên gốc, và lần này họ đã thu được các bằng chứng thuyết phục. Nghiên cứu này chỉ ra ADN của người Neandertal không giống với bất kỳ ADN nào được tìm thấy trên Trái Đất ngày nay, đây là bằng chứng rõ ràng cho thấy không có kết nối di truyền nào giữa người Neandertal và *người hiện đại*. Đây mới thật sự là một đòn giáng mạnh vào học thuyết đa khu vực.

Sau đó, cuối năm 2000, tạp chí Nature và các báo khác đã đăng tải một nghiên cứu của Thụy Điển về ADN ti thể của 53 người. Nghiên cứu kết luận rằng tất cả loài *người hiện đại* đều xuất hiện từ châu Phi trong 100.000 năm qua và sinh sôi từ một cộng đồng không quá 10.000 cá thể. Kế tiếp, Eric Lander, giám đốc Viện Whitehead, Trung tâm Nghiên cứu Bộ gen của Viện Công nghệ Masachusetts đã tuyên bố rằng người châu Âu hiện đại, và có lẽ cả những người xa hơn nữa, đều là hậu duệ của một nhóm không nhiều hơn một vài trăm người châu Phi đã rời quê hương của họ gần 25.000 năm trước.

Như chúng ta đã lưu ý ở đâu đó trong cuốn sách này, loài *người hiện đại* thể hiện rất ít biến đổi gen – "sự đa dạng di truyền trong

một quần thể 55 con tinh tinh còn lớn hơn toàn bộ loài người," một nhà khoa học đã nhận định – và điều này sẽ được lý giải. Chúng ta phát triển từ một nhóm dân cư nhỏ, không có đủ nhiều thời gian hay số cá thể để tạo nên các đột biến đa dạng. Điều này một lần nữa giáng một đòn khá mạnh lên học thuyết đa khu vực. Một học giả của bang Penn đã phát biểu trên tờ *Washington Post*: "Sau này, mọi người sẽ không quá quan tâm về thuyết đa khu vực, vì nó có quá ít chứng cứ thuyết phục."

Tuy nhiên, tất cả đã bỏ qua niềm kinh ngạc vô tận mà các bộ xương cổ xưa ở Mungo, phía tây New South Wales đem lại. Đầu năm 2001, Thorne cùng các đồng nghiệp tại Đại học Quốc gia Australia cho biết họ đã phục hồi ADN từ các mẫu Mungo cổ nhất – có niên đại 62.000 năm – và cho biết ADN này mang tính khác biệt về mặt di truyền.

Theo nghiên cứu, người đàn ông Mungo này có cấu trúc giải phẫu hiện đại – như bạn và tôi – nhưng mang một bộ gen đã tuyệt chủng. ADN ti thể của ông không còn được tìm thấy ở loài người hiện nay. Sẽ thật bất thường nếu, giống như tất cả loài *người hiện đại,* ông là hậu duệ của những người đã rời bỏ châu Phi trong quá khứ. "Điều này đã đảo ngược mọi thứ" Thorne nói, không che giấu được niềm vui sướng.

Sau đó, một phát hiện bất thường khác thậm chí còn gây tò mò hơn được đưa ra. Rosalind Harding, nhà di truyền học quần thể tại Viện Nhân chủng học Sinh học, Đại học Oxford trong khi nghiên cứu gen betaglobin ở *người hiện đại*, đã tìm thấy hai biến thể rất phổ biến ở người châu Á và người dân bản địa Australia, song hầu như không tồn tại ở châu Phi. Bà chắc chắn các gen biến thể xuất hiện khoảng hơn 200.000 năm trước không phải ở châu Phi mà ở Đông Á – rất lâu trước khi *người hiện đại* tới khu vực này. Cách duy nhất để lý giải là tổ tiên của những người hiện sống ở châu Á bao gồm các chủng người cổ đại – người Java và các chủng người tương tự. Điều thú vị là chính gen biến thể này – có thể gọi là gen của người Java – xuất hiện trong các cộng đồng hiện đại tại Oxfordshire.

Cảm thấy bối rối, tôi đến gặp Harding ở Viện Nhân chủng học Sinh học, vốn là một biệt thự xây bằng gạch cũ trên đường Banbury, Oxford. Bà là một người Australia nhỏ bé, nhanh nhẹn, đến từ Brisbane, có khả năng hiếm hoi là vừa vui vẻ vừa chăm chú cùng lúc.

"Tôi không biết," bà đáp ngay và nhoẻn miệng cười khi tôi hỏi làm

thế nào người dân ở Oxfordshire có chuỗi betaglobin mà lẽ ra họ không thể có. "Nhìn chung," bà nói tiếp với giọng chậm hơn, "các dữ liệu di truyền đa phần ủng hộ giả thuyết di cư từ châu Phi. Nhưng sau đó, bạn gặp phải những vấn đề bất thường mà hầu hết các nhà di truyền học không muốn nhắc đến. Chúng ta sẽ thu được lượng thông tin khổng lồ nếu có thể hiểu được điều này, song hiện tại thì chưa thể. Chúng tôi mới chỉ bắt đầu." Bà từ chối bình luận về ý nghĩa của việc tồn tại các gen gốc Á ở Oxfordshire, và chỉ nói tình hình rất phức tạp. "Tất cả những gì chúng tôi có thể nói tại thời điểm này là mọi thứ rất lộn xộn, và chúng tôi thật sự không biết."

Vào lúc chúng tôi gặp gỡ đầu năm 2002, một nhà khoa học Oxford khác là Bryan Sykes đã xuất bản một cuốn sách nổi tiếng có nhan đề là *The Seven Daughters of Eve* [tạm dịch: *Bảy con gái của Eve*]; trong đó sử dụng các nghiên cứu về ADN ti thể. Ông đã tuyên bố có thể lần theo gen của gần như tất cả người châu Âu đang sống để tìm về một nhóm dân cư nguyên thủy gồm bảy phụ nữ – những người con gái của Eve được nhắc tới trong nhan đề – họ sống từ khoảng 10.000 cho tới 45.000 năm trước trong thời gian mà khoa học gọi là thời đồ đá cũ. Sykes đã đặt cho mỗi người phụ nữ trong số này một cái tên – Ursula, Xenia, Jasmine và cứ tiếp tục như vậy – thậm chí có cả lý lịch cá nhân chi tiết. (Ursula là đứa con thứ hai. Đứa đầu tiên đã bị báo tha đi mất khi chỉ mới hai tuổi…)

Khi tôi hỏi Harding về cuốn sách, bà mỉm cười tươi tắn nhưng thận trọng như thể không biết nên trả lời tôi như thế nào. "Vâng, có lẽ anh phải cảm ơn anh ta ở một mức độ nhất định vì đã giúp phổ biến một đề tài khó khăn," bà nói và dừng lại trầm ngâm. "Nhưng khả năng anh ta đúng thì vẫn hết sức xa vời." Bà cười, sau đó tiếp tục nói cụ thể hơn, "Dữ liệu từ bất cứ một gen đơn lẻ nào không thể cho bạn biết được điều gì thật sự chắc chắn. Nếu bạn lần ngược lại từ các ADN ti thể, nó sẽ đưa bạn đến một nơi nào đó – một Ursula hoặc Tara hay bất cứ ai. Nhưng nếu bạn bắt đầu từ bất cứ mẩu ADN nào khác, bất kỳ gen nào và lần theo nó, nó sẽ đưa bạn đến một kết luận hoàn toàn khác."

Tóm lại việc này có chút gì đó giống với việc bạn ngẫu nhiên đi theo một con đường dẫn ra khỏi London và nhận thấy cuối cùng nó kết thúc tại John O'Groats, từ đó bạn rút ra kết luận rằng bất kỳ ai ở London chắc chắn phải đến từ phía bắc Scotland. Họ có thể đã đến từ đó, tất nhiên, nhưng họ cũng hoàn toàn có thể đến từ bất cứ nơi nào trong số hàng trăm nơi khác nhau. Dưới góc nhìn này, theo Harding, mỗi gen là một đường cao tốc riêng, và chúng ta mới chỉ bắt đầu lập bản đồ các tuyến đường. "Một gen đơn lẻ

không bao giờ cho bạn biết toàn bộ câu chuyện," bà nói.

"Vậy, phải chăng việc nghiên cứu về gen không đủ tin cậy?"

"Nói chung, anh vẫn có thể tin tưởng các nghiên cứu đó. Điều không thể tin là các kết luận quá rộng mà người ta thường gán cho chúng."

Bà nghĩ giả thuyết di cư từ châu Phi có thể đúng đến 95%, song nói thêm, "Tôi nghĩ cả hai bên đã có phần phi khoa học khi khẳng định chắc nịch rằng câu chuyện phải là thế này hay thế khác. Mọi thứ trong cuộc sống dường như không đơn giản như vậy, bởi mỗi bên đều có lý riêng. Các bằng chứng bắt đầu cho thấy rõ hơn là có nhiều lần di cư và phân tán ở các nơi khác nhau trên thế giới, theo mọi phương hướng có thể, và thường có sự pha trộn gen. Việc bóc tách chúng sẽ không bao giờ là dễ dàng."

Ngay lúc này, cũng có một số báo cáo hoài nghi về độ tin cậy của các tuyên bố liên quan đến việc phục hồi ADN cổ xưa. Một bài viết học thuật trên tạp chí Nature đã kể lại chuyện một nhà cổ sinh vật, khi bị một đồng nghiệp hỏi liệu ông có nghĩ một hộp sọ cổ có thể được đánh véc-ni hay không, đã liếm phần đỉnh của nó và trả lời là có. "Trong quá trình này," bài viết trên tạp chí Nature nhận định, "một lượng lớn ADN của *người hiện đại* sẽ lan sang hộp sọ", khiến nó trở nên vô dụng cho các nghiên cứu trong tương lai. Tôi hỏi Harding về điều này. "Ồ, gần như chắc chắn nó đã bị tạp nhiễm," bà cho biết. "Chỉ cần cầm một chiếc xương cũng đủ khiến nó nhiễm bẩn. Hơi thở cũng làm nó nhiễm bẩn. Đa phần nước trong phòng thí nghiệm của chúng ta sẽ gây nhiễm bẩn mẫu vật. Chúng ta đều đang bơi trong ADN ngoại lai. Để một mẫu vật đáng tin cậy và sạch, nó phải được khai quật trong điều kiện vô trùng và xét nghiệm ngay tại hiện trường. Điều khó khăn nhất là không để mẫu vật bị tạp nhiễm."

"Vậy, có nên nghi ngờ những kết luận rút ra từ đó?" Tôi hỏi. Harding gật đầu nghiêm trang. "Rất nên," bà nói.

Nếu bạn muốn hiểu ngay tại sao chúng ta biết và nghiên cứu được rất ít về nguồn gốc loài người, tôi có một nơi để chỉ cho bạn. Đó là ngoài rìa dãy đồi Ngong xanh tươi ở về phía nam và tây Nairobi, Kenya. Lái xe ra khỏi thành phố trên đường cao tốc chính dẫn tới Uganda, sẽ có khoảnh khắc bạn choáng ngợp đến kinh ngạc khi mặt đất trải dài và trước mắt là đồng bằng châu Phi dường như vô tận, xanh mướt màu lá.

Đây là thung lũng Great Rift, với vòng cung bao trọn 3.000 dặm phía đông châu Phi, ghi dấu sự đứt gãy kiến tạo đã khiến châu Phi tách khỏi lục địa châu Á. Tại đây, cách Nairobi khoảng 65km, men theo đáy thung lũng khô cằn, là một khu vực cổ xưa được gọi là Olorgesailie, nằm ngay cạnh một hồ lớn. Vào năm 1919, sau khi hồ nước đã biến mất rất lâu, một nhà địa chất tên là J.W. Gregory cho đào bới khu vực này nhằm tìm kiếm khoáng sản, và bắt gặp một khu vực lộ thiên có các loại đá tối màu bất thường nằm rải rác, hẳn phải do bàn tay con người tạo ra. Ông đã tìm thấy một trong những điểm sản xuất công cụ Acheul vĩ đại mà Ian Tattersall từng nói với tôi.

Tình cờ, vào mùa thu năm 2002, tôi đến thăm di tích đặc biệt này. Tôi tới Kenya vì một mục đích hoàn toàn khác, đó là đi thăm một số dự án được tiến hành bởi Tổ chức từ thiện quốc tế CARE. Nhưng khi ban tổ chức biết tôi quan tâm tới nguồn gốc con người để viết cuốn sách này, họ đã thêm chuyến tham quan Olorgesailie vào lịch trình của tôi.

Sau khi được nhà địa chất học Gregory phát hiện, di chỉ Olorgesailie nằm im lìm trong hơn hai thập kỷ trước khi cặp vợ chồng nổi tiếng Louis và Mary Leakey bắt đầu cuộc khai quật mà đến nay vẫn chưa kết thúc. Những gì nhà Leakey tìm thấy là một khu đất trải dài tới 4 héc-ta, nơi các công cụ đã được tạo ra với số lượng không đếm xuể trong suốt khoảng 1 triệu năm, từ khoảng 1,2 triệu đến 200.00 năm trước. Ngày nay, các công cụ được bảo vệ trước các tác nhân ngoại lai có khả năng gây hại nhất bằng cách đặt dưới những chái lớn bằng thiếc, có rào chắn và căng dây để ngăn khách tham quan nhặt nhạnh. Mặt khác, các công cụ vẫn chỉ được để nguyên ở nơi những người chế tạo ra chúng bỏ lại, và nơi nhà Leakey tìm ra chúng.

Jillani Ngalli, một người đàn ông trẻ tuổi đến từ Bảo tàng Quốc gia Kenya, được cử đến với vai trò hướng dẫn viên, đã nói với tôi rằng thạch anh và đá vỏ chai được dùng để chế tạo ra những chiếc rìu lớn không hề có ở dưới đáy thung lũng. “Họ phải lấy đá từ đó,” anh nói, chỉ về phía hai đỉnh núi mờ phía xa, đối diện với khu vực này: Olorgesailie và Ol Esakut. Khoảng cách là tầm 10km – một chặng đường dài để có thể mang vác đá bằng tay.

Tất nhiên, chúng ta chỉ có thể phỏng đoán tại sao những người Olorgesailie đầu tiên lại tự làm khó mình như vậy. Không chỉ mang các tảng đá nặng từ một nơi xa đáng kể đến bên bờ hồ; đáng chú ý hơn, sau đó họ thậm chí còn sắp xếp lại khu vực này. Cuộc khai quật của nhà Leakey cho thấy có các khu vực chuyên biệt nơi

rìu được chế tạo và các khu vực khác nơi rìu cùn được mang tới để được mài lại. Nói ngắn gọn, Olorgesailie là một loại công trường hoạt động trong suốt 1 triệu năm.

Thông qua nhiều lần tìm cách mô phỏng khác nhau, người ta nhận thấy tạo ra rìu là tốn nhiều sức lao động, và rất khó chế tạo – ngay cả khi đã thành thục, vẫn sẽ mất hàng giờ để làm ra chúng – nhưng, đáng ngạc nhiên là chúng không đủ tốt để cắt, chặt, nạo hoặc làm bất cứ tác vụ nào khác như người ta kỳ vọng. Vì vậy, chúng ta lại trở về với quan điểm cho rằng trong vòng một triệu năm, lâu hơn rất nhiều so với thời gian loài *người hiện đại* đã tồn tại, người nguyên thủy đã kéo rất đông đến địa điểm này để làm ra số công cụ nhiều đến mức kinh ngạc, trong khi chúng lại vô dụng đến mức đáng tò mò.

Những người này là ai? Thật sự chúng ta không có ý tưởng nào trả lời cho câu hỏi này. Chúng ta tin rằng đó là *người đứng thẳng* vì không biết đến ứng cử viên nào khác. Điều này đồng nghĩa với việc tại thời điểm *đỉnh cao* của họ, các công nhân Olorgesailie đã có bộ não tương đương với trẻ sơ sinh thời hiện đại. Tuy nhiên, không có bằng chứng cụ thể nào để làm cơ sở kết luận. Trong hơn 60 năm tìm kiếm, không có bộ xương người nào được phát hiện trong hoặc quanh các vùng lân cận của Olorgesailie. Dù họ đã dành bao nhiêu thời gian để đẽo đá ở đây, dường như họ đã đi tới nơi khác để chết.

“Tất cả những điều này là một bí ẩn,” Jillani Ngalli nói với tôi, cười rạng rỡ hạnh phúc.

Những người Olorgesailie đã biến mất khỏi hiện trường khoảng 200.000 năm, trước khi hồ khô cạn và thung lũng Great Rift bắt đầu trở nên nóng và cằn cỗi như ngày nay. Nhưng cũng vào lúc này, kỷ nguyên của họ với vai trò một loài đã qua đi. Thế giới chuẩn bị đón chủ nhân đích thực đầu tiên, loài *người hiện đại*. Mọi thứ sẽ không bao giờ còn như trước nữa.

30
Tạm biệt

Đầu thập niên 1680, khi Edmond Halley và những người bạn của mình, Christopher Wren và Robert Hooke, gặp nhau tại một quán cà phê ở London và lên một cỗ xe giản dị, mà đích đến của nó là cuốn *Các nguyên lý* của Isaac Newton, phép đo khối lượng Trái Đất của Henry Cavendish cùng nhiều công trình đáng khen ngợi và đầy cảm hứng khác đã khiến chúng ta bận rộn trong suốt mấy trăm trang sách vừa qua, thì một cột mốc ít được mong đợi hơn đã diễn ra trên đảo Mauritius ngoài khơi Ấn Độ Dương, cách bờ biển phía đông của Madagascar khoảng 1.300km.

Ở đó, một số thủy thủ bị lãng quên hoặc thú cưng của họ đang săn bắt và tàn phá đến mức gây tuyệt chủng loài chim cưu, một loài chim không biết bay nổi tiếng. Bản tính ngây ngô, thị giác kém và đôi chân ngắn cũn khiến chúng trở thành trò tiêu khiển của các thủy thủ trẻ trên bờ. Hàng triệu năm sống biệt lập trong thanh bình đã không trang bị cho chúng khả năng sống sót trước các hành vi thất thường vô cùng đáng sợ của con người.

Chúng ta không biết chính xác hoàn cảnh nào, hoặc thậm chí năm nào, đã diễn ra những khoảnh khắc cuối cùng của con chim cưu cuối cùng. Vì vậy, chúng ta không thể biết điều gì diễn ra trước, một thế giới có cuốn *Các nguyên lý* hay một thế giới không có chim cưu. Nhưng chúng ta biết rằng những điều ấy đã xảy ra ít nhiều cùng một thời điểm. Tôi tin là sẽ rất khó cho bạn để tìm ra một sự kiện thích hợp hơn nhằm chỉ rõ cho bản tính thiện ác của con người – một loài có khả năng làm sáng tỏ những bí mật sâu thẳm nhất của vũ trụ nhưng cũng đồng thời đẩy một loài sinh vật, vốn không hề gây bất cứ nguy hại nào cho chúng ta và thậm chí không đủ khả năng để hiểu được chúng ta đang làm gì, đến bờ vực tuyệt chủng, mà không vì một mục đích nào. Thật vậy, chim cưu cực kỳ chậm hiểu. Người ta kể rằng nếu bạn muốn tìm tất cả

chim cưu ở vùng lân cận, bạn chỉ cần bắt một con và làm cho nó kêu quang quác, tất cả các con khác sẽ lập tức chạy lạch bạch tới để hóng xem chuyện gì đang xảy ra.

Sự xúc phạm đối với loài chim cưu tội nghiệp không kết thúc hoàn toàn ở đó. Vào năm 1755, khoảng 70 năm sau cái chết của con chim cưu cuối cùng, Giám đốc Bảo tàng Ashmolean ở Oxford cho rằng con chim cưu mẫu vật ở bảo tàng đã mốc meo, cũ kỹ và ra lệnh thiêu rụi nó. Đây là một quyết định gây ngạc nhiên vì ở thời điểm này, đây thật sự là con chim cưu duy nhất còn lại dù là dưới dạng mẫu vật đi chăng nữa. Một nhân viên tình cờ đi qua đã kinh ngạc trước cảnh tượng này và cố gắng cứu vãn, nhưng cũng chỉ có thể giữ lại cái đầu và một phần của một chi của con chim.

Rất đương nhiên, hậu quả của việc này là giờ đây chúng ta không hoàn toàn chắc một con chim cưu còn sống trông như thế nào. Chúng ta biết ít thông tin hơn nhiều so với chúng ta tưởng – tất cả chỉ là một vài mô tả thô sơ từ "các nhà thám hiểm phi khoa học, ba hoặc bốn bức tranh sơn dầu và một ít mảnh xương rải rác", những câu chữ buồn bã của nhà tự nhiên học thế kỷ XIX, H. E. Strickland. Theo Strickland, chúng ta có nhiều bằng chứng cụ thể về một số quái vật biển cổ đại hay những con khủng long ì ạch, hơn là về một loài chim sống ngay ở thời hiện đại và chẳng cần gì khác để sống sót ngoài sự vắng mặt của con người.

Những gì người ta biết về chim cưu là: nó từng sống ở Mauritius, đầy đặn nhưng thịt không ngon, và là thành viên lớn nhất từ trước đến nay của họ bồ câu, mặc dù không có bằng chứng rõ ràng, vì trọng lượng của nó chưa bao giờ được ghi lại chính xác. Suy đoán từ các mảnh xương rải rác của Strickland và phần ít ỏi còn sót lại ở bảo tàng Ashmolean cho thấy chim cưu có chiều cao hơn 2,5ft một chút, và độ dài từ đầu mỏ cho đến chấm đuôi cũng vào khoảng đó. Vì không thể bay được, chúng làm tổ trên mặt đất, nên trứng và con non của chúng rất dễ trở thành mồi cho lợn, chó và khỉ được người bên ngoài đưa lên đảo. Chúng có thể đã tuyệt chủng từ năm 1683, và chắc chắn đến năm 1693 thì biến mất hoàn toàn. Ngoài điều đó ra chúng ta hầu như không biết gì thêm, dĩ nhiên trừ việc con người sẽ không thể thấy chúng một lần nào nữa. Chúng ta không biết gì về tập quán sinh sản và chế độ dinh dưỡng của chúng, nơi chúng phân bố, cách chúng phát ra những âm thanh lúc bình thường và khi muốn báo động. Chúng ta không có dù chỉ một quả trứng chim cưu.

Từ đầu đến cuối, sự quen biết của chúng ta với những con chim cưu tươi vui chỉ kéo dài trong 70 năm. Đó là một khoảng thời gian

ngắn ngủi – dù phải nói rằng tính đến thời điểm này trong lịch sử loài người, chúng ta đã có hàng nghìn năm làm quen với những lần xóa bỏ không thể cứu vãn. Không ai thật sự biết rõ mức độ tàn phá của loài người, nhưng thực tế là trong hơn 50.000 năm qua, ở bất cứ nơi nào chúng ta đặt chân tới, các loài động vật đều có xu hướng biến mất, thường với số lượng lớn đến kinh ngạc.

Ở Hoa Kỳ, 30 chi động vật cỡ lớn – một số thật sự lớn – đã biến mất đột ngột sau khi con người hiện đại xuất hiện trên lục địa này trong vòng 10.000-20.000 năm trở lại đây. Toàn bộ vùng ở giữa miền bắc và miền nam châu Mỹ đã mất khoảng ba phần tư số động vật cỡ lớn khi con người – những kẻ đi săn đích thực tìm đến, mang theo những ngọn giáo sắc nhọn và kỹ năng tổ chức nhạy bén. Châu Âu và châu Á, nơi các loài vật có đủ thời gian để phát triển sự cảnh giác cần thiết với con người, đã mất từ một phần ba đến một nửa số loài động vật cỡ lớn. Châu Úc, vì hoàn cảnh ngược lại với châu Á và châu Âu, đã mất đi không dưới 95%.

Vì số lượng thợ săn ở thời kỳ đầu, còn ít một cách tương đối so với số lượng các loài động vật – chỉ riêng trong các lãnh nguyên phía bắc Siberia đã có tới khoảng mười triệu xác voi ma mút được cho là đang nằm đóng băng – một số nhà khoa học nghĩ rằng phải có nguyên nhân khác, có thể liên quan đến biến đổi khí hậu hoặc một số dịch bệnh. Ross MacPhee của Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên Hoa Kỳ đã nhận định, "Không có lợi ích vật chất nào thôi thúc săn bắt các loài động vật nguy hiểm nhiều hơn mức cần thiết – bạn chỉ có thể ăn một lượng thịt voi ma mút nướng nhất định." Những người khác tin rằng việc vây bắt và giết con mồi đã từng rất dễ dàng. "Ở châu Úc và châu Mỹ," Tim Flannery nói, "động vật có lẽ không đủ nhận thức để chạy trốn."

Một số sinh vật đã tuyệt chủng rất to xác, và chúng sẽ ít nhiều gây náo loạn nếu ngày nay còn xuất hiện đâu đó quanh chúng ta. Hãy tưởng tượng những con lười đất có thể nhìn vào nhà bạn từ một cửa sổ trên gác mái, những con rùa cạn với kích thước gần như một chiếc Fiat nhỏ, hay thằn lằn Basking dài 6m nằm cạnh đường cao tốc trên sa mạc miền tây Australia. Ơn Chúa, chúng không còn trên đời nữa, và chúng ta đang sống trên một hành tinh thu nhỏ đi nhiều. Ngày nay, trên toàn thế giới, chỉ có bốn loài động vật trên cạn thật sự khổng lồ (nặng một tấn hoặc hơn) còn tồn tại: voi, tê giác, hà mã và hươu cao cổ. Trải qua hàng chục triệu năm, sự sống trên Trái Đất đã trở nên rất nhỏ bé và thuần hóa.

Câu hỏi được đặt ra là liệu sự biến mất của thời kỳ đồ đá và các thời kỳ gần đây hơn có phải là một phần của một sự kiện tuyệt

chủng duy nhất hay không. Nói cách khác, liệu con người có phải là mối đe dọa chính với các sinh vật khác. Đáng tiếc, có lẽ đúng là vậy. Theo David Raup, nhà cổ sinh vật học Đại học Chicago, dựa vào lịch sử sinh học, có thể rút ra tốc độ tuyệt chủng căn bản trên Trái Đất: trung bình một loài sẽ biến mất sau 4 năm. Theo cuốn *The Sixth Extinction* [tạm dịch: *Cuộc tuyệt chủng thứ sáu*] của Richard Leakey và Roger Lewin, tốc độ tuyệt chủng do loài người gây ra hiện nay có thể cao gấp 120.000 lần mức này.

Vào giữa thập kỷ 1990, nhà tự nhiên học người Úc, Tim Flannery, hiện là Giám đốc Bảo tàng Nam Úc ở Adelaide, kinh ngạc nhận ra con người hiểu biết rất ít về nhiều sự tuyệt chủng, kể cả của các loài khá gần đây. "Dù nhìn vào đâu, dường như đều có khoảng trống trong hồ sơ – hoặc thông tin bị mất, chẳng hạn như trường hợp loài chim cưu, hoặc do hoàn toàn không được ghi lại," ông nói với tôi tại Melbourne hồi đầu năm 2002.

Flannery đã tuyển dụng người bạn của mình là Peter Schouten, một nghệ sĩ, đồng thời là một nhà khoa học người Australia, để cùng bắt tay thực hiện một nhiệm vụ có chút ám ảnh: làm sáng tỏ bộ sưu tập lớn của thế giới để tìm ra những gì đã mất, những gì còn lại và những gì chưa bao giờ được biết đến. Họ đã dành bốn năm lọc lựa từng mẩu da cũ kĩ, từng mẫu vật mốc meo, từng bản vẽ cổ xưa và từng bản chép tay – bất cứ thứ gì có được. Schouten thực hiện một bộ tranh vẽ các loài động vật theo kích thước thực mà họ có thể tái tạo, và Flannery viết phần mô tả. Kết quả là một cuốn sách đặc biệt mang tên *A Gap Nature* [tạm dịch: *Khoảng trống thiên nhiên*] ra đời, đem lại danh mục đầy đủ nhất – và phải nói là sống động nhất – về các loài động vật đã tuyệt chủng trong vòng 300 năm qua.

Với một số động vật, các dữ liệu khá tốt, nhưng không có ai từng làm điều gì đáng kể với chúng, đôi khi trong vài năm, đôi khi là vĩnh viễn. Bò biển Steller, loài vật giống hải mã có họ với cá nược, là một trong những loài động vật lớn gần nhất bị tuyệt chủng. Chúng thật sự rất lớn – khi trưởng thành có thể đạt độ dài gần 9m và nặng 10 tấn – nhưng chúng chỉ được biết đến vào năm 1741 khi một đoàn thám hiểm người Nga bị đắm tàu tại nơi duy nhất mà loài vật này còn tồn tại với một số lượng lớn: quần đảo Commander hoang vu, nằm trong sương mù trên biển Bering.

Thật may khi trong đoàn thám hiểm có nhà tự nhiên học Georg Steller, một người đam mê với các loài động vật. "Ông đã ghi chép rất nhiều và tỷ mỉ," Flannery nói. "Ông thậm chí đo cả đường kính sợi râu của nó. Thứ duy nhất ông không mô tả là cơ quan sinh dục

của con đực – dù vì một vài lý do nào đó, ông rất nhiệt tình mô tả cơ quan sinh dục của con cái. Ông còn giữ lại một mảnh da, nhờ vậy chúng ta hiểu được kết cấu của nó. Không phải lúc nào chúng ta cũng gặp may như vậy."

Điều mà Steller không làm được là cứu những con bò biển này. Bị săn bắt quá nhiều đến mức gần tuyệt chủng, chúng biến mất sau 27 năm kể từ khi được Steller phát hiện. Tuy vậy, nhiều loài động vật khác không thể đưa vào cuốn sách vì con người biết quá ít về chúng. Chuột nhảy ở Darling Downs, thiên nga ở quần đảo Chatham, gà biển không bay ở đảo Ascension, và ít nhất 5 loài rùa biển lớn cùng rất nhiều loài khác đã biến mất mà không để lại gì ngoài cái tên.

Flannery và Schouten cũng nhận thấy nhiều khi sự tuyệt chủng xảy ra không phải do sự tàn nhẫn hay bừa bãi, mà đơn thuần là do sự ngốc nghếch. Năm 1894, khi một ngọn hải đăng được xây dựng trên hòn đảo Stephens biệt lập, thuộc vùng biển giông bão giữa quần đảo Bắc và Nam của New Zealand, chú mèo của người gác hải đăng đã bắt về cho anh ta những con chim nhỏ kỳ lạ. Anh ta đã gửi một số mẫu tới bảo tàng ở Wellington. Tại đây, một người phụ trách bảo tàng đã rất vui mừng vì biết đây là một giống còn sót lại của loài chim hồng tước không biết bay, và là mẫu duy nhất của loài chim này từng được tìm thấy. Ông ngay lập tức tới hòn đảo này, nhưng khi tới nơi, con mèo đã giết sạch lũ chim. Vì thế mười hai mẫu vật chim hồng tước không biết bay của đảo Stephens ở bảo tàng này là tất cả những gì còn lại cho đến nay.

Ít nhất, chúng ta còn có những mẫu đó. Thật ra, chúng ta thường không quan tâm tới việc chăm sóc các loài động vật cho tới khi chúng tuyệt chủng. Chẳng hạn trường hợp của loài vẹt Carolina đáng yêu. Với màu xanh bích ngọc và một cái đầu màu vàng, chúng được xem là loài chim nổi bật và đẹp nhất từ trước đến nay ở Bắc Mỹ – như bạn biết đấy, loài vẹt thường không mạo hiểm đi quá xa về phía bắc – vào lúc phát triển nhất chúng từng đạt số lượng rất lớn, chỉ kém loài chim bồ câu viễn khách. Nhưng vẹt đuôi dài Carolina cũng bị xem là một nguồn dịch hại đối với nông dân, và dễ bị tìm giết vì chúng thường quần tụ với nhau và có một thói quen đặc biệt là bay lên khi nghe thấy tiếng súng (tất nhiên là như vậy), nhưng sau đó sẽ sà xuống gần như lập tức để kiểm tra những đồng loại đã ngã xuống.

Cuốn sách kinh điển có nhan đề American Ornithology [tạm dịch: Điểu học châu Mỹ] được Charles Willson Peale viết đầu thế kỷ XIX đã mô tả lần ông liên tục nổ súng vào một thân cây có những con

vẹt đang kêu:

> *Mỗi lần xả súng liên tiếp, dù rất nhiều con rơi xuống nhưng dường như tình cảm của những con sống sót lại tăng lên. Sau khi bay vài vòng xung quanh, chúng trở lại gần tôi, nhìn xuống những đồng loại đã bị giết với biểu hiện thông cảm và quan tâm, khiến tôi thật sự chết lặng.*

Vào thập kỷ thứ hai của thế kỷ XX, loài chim này không ngừng bị săn bắt nên chỉ một số ít còn sống trong hoàn cảnh nuôi nhốt. Cá thể cuối cùng, tên là Inca, đã chết trong sở thú Cincinnati vào năm 1918 (chưa đầy bốn năm sau khi con bồ câu viễn khách cuối cùng cũng chết tại đây), và được trang trọng nhồi bông để bảo quản. Giờ đây, bạn sẽ phải đến đâu để được thấy chú vẹt Inca tội nghiệp ấy? Không ai biết câu trả lời, vì sở thú đã làm mất nó.

Điều gây tò mò và hoang mang nhất trong câu chuyện trên là việc Peale, một người rất yêu các loài chim, đã không ngần ngại giết hàng loạt con vẹt mà không vì lý do gì ngoài việc ông thích làm điều đó. Một sự thật gây sửng sốt là trong một thời gian rất dài, những người quan tâm nhất đến sự sống của các sinh vật trên thế giới cũng chính là những người có nhiều khả năng hủy diệt nó nhất.

Ví dụ rõ nhất cho điều này trên quy mô lớn (xét trên mọi ý nghĩa) là Lionel Walter Rothschild, người con thứ của Baron Rothschild. Là con cháu của đại gia đình ngân hàng lớn, Rothschild là một người kỳ quặc và ẩn dật. Ông sống cả đời, từ năm 1868 đến năm 1937, trong sự bao bọc của gia đình ở Tring, Buckinghamshire, sử dụng đồ nội thất từ thời thơ ấu – thậm chí ngủ trên chiếc giường thủa nhỏ, dù sau này ông nặng tới 135kg.

Với niềm đam mê lịch sử tự nhiên, ông đã cống hiến tích cực cho lĩnh vực này. Ông từng gửi những đội quân được đào tạo – có lúc lên đến 400 người – tới mọi ngõ ngách của hành tinh dù phải trèo đèo lội suối, băng rừng nhằm truy lùng những loài vật mới – nhất là những loài biết bay. Chúng được nhốt vào các lồng gỗ hoặc đóng hộp và gửi về dinh thự của Rothschild, nơi ông và một nhóm trợ lý xem xét thật kỹ lưỡng và phân tích tất cả mọi thứ được bày ra trước mặt, xuất bản vô số sách, báo, tài liệu chuyên khảo – khoảng 1.200 các loại. Tổng cộng, nhà máy lịch sử tự nhiên của Rothschild đã xử lý tốt 2 triệu mẫu và bổ sung 5.000 loài sinh vật vào kho tàng lưu trữ khoa học.

Thế nhưng, nỗ lực thu thập có quy mô lớn nhất hay được tài trợ

hào phóng nhất trong thế kỷ XIX lại không phải là của Rothschild. Danh hiệu ấy thuộc về một nhà sưu tập người Anh sống trước đó một chút và cũng rất giàu có, Hugh Cuming, người bị ám ảnh với việc sưu tập mọi thứ đến nỗi đã cho đóng một con tàu đi biển lớn, sau đó thuê một đoàn thủy thủ để giong buồm khắp thế giới nhằm thu thập bất cứ thứ gì họ có thể tìm thấy được – chim, thực vật, động vật các loại, và đặc biệt là các loại vỏ. Chính ông đã chuyển bộ sưu tập hàu đồ sộ của mình cho Darwin để phục vụ các chuyên đề nghiên cứu.

Mặc dù Rothschild rất dễ dàng trở thành nhà sưu tầm đảm bảo tiêu chuẩn khoa học nhất ở thời đại của mình, nhưng đó lại đồng thời cũng là điểm chết người đáng tiếc nhất. Vào thập kỷ 1890, ông bắt đầu thấy hứng thú với quần đảo Hawaii, nơi có môi trường khá hấp dẫn và cũng dễ bị tổn thương nhất trên Trái Đất. Hàng triệu năm tách biệt đã giúp Hawaii phát triển 8.800 loài động, thực vật độc đáo. Điều khiến Rothschild hứng thú nhất là các loài chim kỳ lạ đầy màu sắc nơi đây, chúng thường quần tụ với số lượng rất ít ỏi trên các địa hình hết sức đặc thù.

Bi kịch của nhiều loài chim Hawaii là do chúng không chỉ độc đáo, hấp dẫn và quý hiếm – tổng hòa các đức tính tốt nhất khiến chúng gặp nguy hiểm – mà điều đau lòng là chúng còn rất dễ săn bắt. Loài koa lớn, một thành viên của họ chim sẻ nhỏ ăn hạt cây và côn trùng, thường sống lẩn khuất trong các tán cây koa, nhưng nếu ai đó bắt chước giọng hót của chúng, chúng sẽ lập tức rời khỏi nơi trú ngụ và sà xuống ríu rít. Những con chim koa lớn cuối cùng biến mất vào năm 1896 do bị nhà sưu tầm xuất sắc Harry Palmer của Rothschild giết hại, chỉ 5 năm sau sự tuyệt chủng của một loài rất gần với nó, chim koa nhỏ, vốn hiếm hoi đến nỗi chỉ duy nhất một con từng được nhìn thấy: khi nó bị bắn để đưa vào bộ sưu tập của Rothschild. Trong suốt thập niên mà Rothschild sưu tầm được nhiều loài nhất, ít nhất 9 loài chim Hawaii đã tuyệt chủng, thậm chí có thể nhiều hơn.

Rothschild không phải là người duy nhất có lòng say mê với việc bắt các loài chim dù phải trả bất cứ giá nào. Thực tế, có những người còn tàn nhẫn hơn. Năm 1907, khi nhà sưu tập nổi tiếng Alanson Bryan nhận thấy mình đã bắn chết ba cá thể chim mamo đen cuối cùng, một loài chim rừng mới được phát hiện trong thập kỷ trước, ông ta nói điều này khiến mình thấy "sung sướng".

Tóm lại, đây là một thời kỳ rất khó hiểu – khi mà bất kỳ loài vật nào cũng có thể bị ngược đãi hay ít nhất là bị xâm hại. Năm 1890, bang New York đã chi ra hơn một trăm gói tiền thưởng để bắt sư

tử núi phương đông, mặc dù loài sinh vật bị nhiều người quấy rầy này đang trên bờ tuyệt chủng. Đến những năm 1940, nhiều tiểu bang tiếp tục treo tiền thưởng để bắt hầu hết mọi loài động vật ăn thịt. Tây Virginia đã đưa ra một học bổng hằng năm cho bất cứ sinh viên nào mang về nhiều sinh vật gây hại nhất – tức là gần như bất cứ thứ gì không trồng trên các trang trại hay giữ làm vật nuôi.

Có lẽ số phận của loài chim chích Bachman nhỏ bé đáng yêu là bằng chứng tố cáo mạnh mẽ nhất sự kỳ quặc của giai đoạn này. Vốn có nguồn gốc từ miền nam nước Mỹ, loài chim chích này nổi tiếng về giọng hót trong trẻo khác lạ của mình, nhưng số cá thể của loài này lại không lớn, và dần thu hẹp lại cho đến khi biến mất vào năm 1930 và không xuất hiện suốt nhiều năm sau đó. Vào năm 1939, tình cờ hai người mê chim, ở những địa điểm cách xa nhau, vào hai ngày khác nhau, bắt gặp những con chim chích Bachman cô đơn còn sót lại. Cả hai đã bắn chết những con chim ấy.

Sự thôi thúc diệt chủng không chỉ có ở Mỹ. Ở Australia, người ta treo giải cho những ai bắt được hổ Tasmania (đúng hơn là chó sói Tasmania), một sinh vật giống chó nhưng lại có các sọc đen đặc trưng của hổ trên lưng, cho đến một thời gian ngắn trước khi cá thể cuối cùng của loài này chết một cách tuyệt vọng và vô danh trong vườn thú tư nhân Hobart vào năm 1936. Ngày nay, nếu tới thăm Bảo tàng Triển lãm nghệ thuật Tasmania và yêu cầu được xem cá thể cuối cùng của loài thú ăn thịt có túi lớn duy nhất của thời hiện đại, tất cả những gì họ có thể cho bạn xem là vài bức ảnh và chỉ 61 giây của một đoạn phim cũ. Sau khi chết, xác của con chó sói Tasmania cuối cùng đã bị ném vào chỗ rác được đổ đi hằng tuần của sở thú.

Tôi đề cập tất cả điều này vì muốn nói rằng nếu chọn một sinh vật để chăm nom sự sống trong vũ trụ cô đơn này, nhằm dõi theo những nơi nó đang đi tới và ghi lại những nơi nó đã đi qua, hẳn bạn sẽ không chọn con người. Nhưng điều rất quan trọng là: chúng ta đã được lựa chọn, do số phận, do tạo hóa, hay bạn muốn gọi là gì cũng được. Chỉ có thể nói rằng, chúng ta là lựa chọn tốt nhất. Cũng có thể chúng ta là lựa chọn duy nhất. Thật đáng sợ khi nghĩ rằng chúng ta chính là thành tựu tối cao còn tồn tại của vũ trụ, lại cũng là cơn ác mộng tồi tệ nhất.

Vốn vô cùng bất cẩn trong việc chăm nom mọi thứ, dù chúng còn sống hay đã chết, chúng ta không hề biết – thật sự không biết chút gì – bằng cách nào rất nhiều thứ đã biến mất vĩnh viễn, hoặc sẽ

sớm như vậy, hoặc có thể không bao giờ, và con người đóng vai trò gì trong toàn bộ quá trình này. Năm 1979, trong cuốn *The Sinking Ark* [tạm dịch: *Chiếc thuyền sắp đắm*], Norman Myers cho rằng các hoạt động của con người gây ra hai sự tuyệt chủng trên hành tinh mỗi tuần. Vào những năm đầu thập kỷ 1990, ông đã nâng con số này lên 600 mỗi tuần. (Đó là sự tuyệt chủng gồm tất cả các loài: thực vật, côn trùng và các loài động vật khác). Một số người còn đưa ra con số cao hơn – trên 1.000 loài tuyệt chủng mỗi tuần. Dù vậy, một báo cáo của Liên Hợp Quốc năm 1995 cho rằng tổng số loài được biết đã tuyệt chủng trong 400 năm trở lại đây là khoảng dưới 500 loài động vật và hơn 650 loài thực vật – đồng thời lưu ý rằng con số này gần như chắc chắn ít hơn thực tế, đặc biệt với các loài nhiệt đới. Chỉ có rất ít người cho rằng hầu hết các con số về sự tuyệt chủng đã bị thổi phồng.

Thực tế là chúng ta cũng không biết. Thậm chí không có bất cứ ý tưởng nào. Chúng ta không biết mình bắt đầu những việc mà hiện nay đã hoàn thành từ khi nào. Chúng ta không biết những hành động của mình ngay lúc này sẽ ảnh hưởng đến tương lai ra sao. Những gì chúng ta biết chỉ là có một hành tinh để chúng ta làm mọi việc trên đó, và chỉ một loài duy nhất có khả năng tạo ra sự khác biệt đáng kể. Edward O. Wilson đã bày tỏ điều này theo cách không thể ngắn gọn hơn trong cuốn *The Diversity of Life*: "Một hành tinh, một thử nghiệm."

Nếu cuốn sách này đem lại một bài học, thì đó là chúng ta hết sức may mắn khi có mặt ở đây – khi dùng từ "chúng ta", tôi muốn nói tới mọi sinh vật. Để có được bất cứ sự sống nào trong vũ trụ này có lẽ thật sự là một kỳ tích. Tất nhiên, là con người, chúng ta may mắn gấp đôi. Con người không chỉ được hưởng đặc quyền tồn tại, mà còn có khả năng đặc biệt để hiểu rõ giá trị của nó và thậm chí, theo nhiều khía cạnh, để cải thiện nó. Đó là một bí quyết mà chúng ta chỉ mới bắt đầu nắm được.

Chúng ta đã đạt tới sự ưu việt này trong một thời gian rất ngắn. Loài người hiện đại xét về mặt hành vi mới tồn tại trong khoảng chưa đầy 0,01% lịch sử Trái Đất – gần như không là gì. Thế nhưng, ngay cả sự tồn tại trong một khoảng thời gian ngắn ngủi đến vậy cũng đòi hỏi chuỗi may mắn gần như vô tận.

Chúng ta thật sự chỉ mới ở điểm khởi đầu. Tất nhiên, vấn đề mấu chốt là phải đảm bảo con người không bao giờ rơi vào điểm tận cùng. Điều đó, gần như chắc chắn, không thể chỉ trông chờ vào may mắn.

Tủ sách vật lý

1. *7 bài học hay nhất về vật lý*, Carlo Rovelli

2. *Einstein - Cuộc đời và vũ trụ*, Walter Isaacson

3. *Hành tinh thứ 12*, Zecharia Sitchin

4. *Ideas And Opinions*, (tạm dịch: Tư tưởng và Quan điểm), Albert Einstein

5. *Lược sử vạn vật*, Bill Bryson

6. *Cội nguồn: Lịch sử vĩ đại của vạn vật*, David Christian

7. *Trật tự thời gian*, Carlo Rovelli

8. *Vũ trụ từ hư không*, Lawrence M. Krauss